



ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

2

АСТРОНОМИЯ

ГЕОФИЗИКА

ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

1966

Советский народ с чувством глубокого удовлетворения одобряет новый пятилетний план, призванный обеспечить значительное продвижение нашего общества по пути коммунистического строительства, дальнейшее укрепление экономической и оборонной мощи страны.

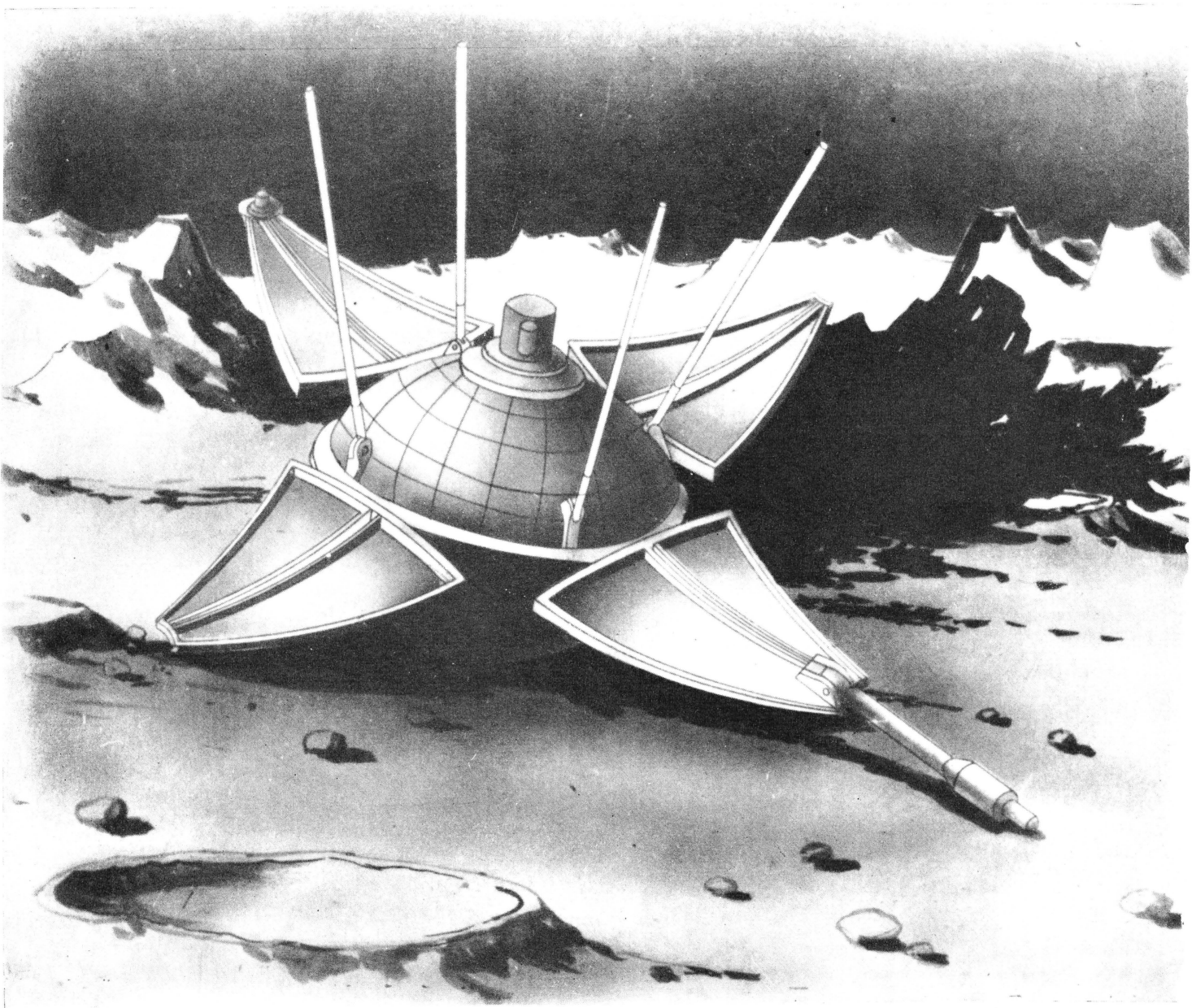


Рисунок станции «Луна-9» — первой автоматической станции на Луне

В дни всенародного обсуждения проекта Директив XXIII съезда мир узнал об успешном осуществлении мягкой посадки автоматической станции «Луна-9» и первом межпланетном полете, завершившемся доставкой на поверхность Венеры вымпела с Гербом СССР.

Директивами XXIII съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1966—1970 годы предусматривается дальнейшее изучение космического пространства и использование полученных результатов для совершенствования радиосвязи, радиолокации и телевидения, метеорологической службы и других практических целей.

ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

В НОМЕРЕ

К. П. Феоктистов — Космос для человека	3
К. Ф. Огородников — Строение и динамика Галактики	6
А. Д. Кузьмин — Планета Венера	14
С. П. Хромов — Тропические ураганы	20
Б. Г. Кузнецов — К 50-летию общей теории относительности	31
Г. А. Лейкин — Луна с точки зрения космонавта	36

ЛЮДИ НАУКИ

Ю. Н. Ефремов — Харлоу Шепли	44
--	----

ЭКСПЕДИЦИИ

В. М. Пасецкий — На шестом континенте	48
---	----

ДИСКУССИИ, ГИПОТЕЗЫ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Н. Ф. Жиров, А. В. Ильин, О. К. Леонтьев — «Тонула ли Атлантида?»	57
---	----

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

Ю. Г. Перель — Из дальних лет Московского общества любителей астрономии	62
А. Н. Подъяпольский — В помощь любителям, строящим самодельные телескопы. Беседа 4	70

ФАНТАСТИКА

Ф. Хойл, Дж. Эллиот — А-Андромеда	74
---	----

ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

Б. Г. Пшеничнер — Космос далекий и близкий	82
--	----

КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

В. А. Орлов — Автоматические межпланетные станции на марках	88
---	----

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

С. В. Немчинов — От субъективного прогноза к предвычислению погоды	92
Одна из загадок Тунгусского метеорита	93
Книги 1966 г.	93

На обложке: 1-я стр. — «Восход Солнца». Репродукция с картины летчика-космонавта А. А. Леонова.

4-я стр. — «Венера раскаленная». Репродукция с картины художника А. К. Соколова.

Научно-популярный журнал
Академии наук СССР



МАРТ-АПРЕЛЬ

2

1966

ГОД ИЗДАНИЯ ВТОРОЙ



Юрий Алексеевич Гагарин. Рисунок голландского художника, любителя астрономии
Б. Схредера

КОСМОС ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА

Б. П. ФЕОКТИСТОВ,
кандидат технических наук

В этом году мы в пятый раз отмечаем День космонавтики.

Триумфальный полет Ю. А. Гагарина 12 апреля 1961 г. ознаменовал начало новой эры — эры проникновения человека в космическое пространство.

На наших глазах делаются первые шаги на большом пути освоения космического пространства: запуск первых искусственных спутников, автоматических межпланетных станций, первые полеты людей в космос, высадка автоматической станции на поверхность Луны. Однако пока начата только разведка космоса. Поэтому хочется подумать о будущем. Сейчас даже трудно представить весь необходимый для освоения космоса гигантский объем научных исследований и технических свершений.

Предстоит создать аппараты и приборы для методического изучения условий, ожидающих человека в межпланетном пространстве (солнечные вспышки, пылевые облака, метеорные рои, невесомость). Предстоит создать сложные автоматические устройства для изучения планет солнечной системы. Эти устройства позволят получить данные о радиационных и магнитных полях, об атмосфере, о характере поверхности, о биосфере, если она есть, и т. д. Все это необходимо для успешных полетов человека на планеты и их спутники. Предстоит создать большие космические корабли для многолетних путешествий к планетам. Они должны быть оснащены аппаратурой для сверхдальней связи и навигации, энергетическими установками, средствами обеспечения экипажа кислородом, пищей и водой.

Для решения этих задач нужно создавать новые и развивать старые (и они уже сейчас создаются и развиваются) отрасли науки и техники, такие как кибернетика и техника электронных вычислительных машин и анализаторов, без которых невозможно создание космических кораблей будущего; планетология (старая наука, но

она сейчас как бы рождается вновь); средства исследования планет прямыми и косвенными методами; наука о Солнце и средства службы Солнца, возможно, соколосолнечными автоматическими спутниками, по данным которых можно наблюдать и прогнозировать «солнечную погоду» (вспышки, их количество, интенсивность и направленность потоков излучений и т. д.); космическая биология и медицина, а также техника обеспечения жизни людей в полете.

Наконец, потребуется решить задачи не только освоения планет солнечной системы, но и создания обсерваторий, станций искусственных планет-поселений в космосе, которые позволили бы расширить и углубить исследования Вселенной, расширить сферу жизни людей, а также осуществить путешествия к звездам.

Решение этих задач потребует от человечества гигантских усилий.

*
*
*

Нередко приходится слышать различные скептические высказывания по поводу целесообразности таких усилий.

Одни, например, говорят: «Освоение космоса — это конечно интересно. Но зачем оно нужно нам, нашему поколению? Ведь люди будут жить в космосе, может быть, только через тысячу лет, а тратить силы и средства приходится сейчас, когда на Земле многим не хватает пищи, одежды и жилищ? Давайте, устроим сначала жизнь на своей планете, а космос подождет (а может быть, и совсем не потребует-ся!)».

Другие говорят: «Космос, прогресс человечества, расширение сферы его жизни... будет ли все это? Ведь в наше время мир находится в весьма неустойчивом состоянии. При современных средствах уничтожения, находящихся в руках различных государств, не придет ли он в ближайшем

будущем к катастрофической ядерной войне и к гибели цивилизации? Но даже если война и будет предотвращена, куда пойдет развитие?» — рассуждают они далее. — «Уже сейчас ясно, что ученые, действуя методично, могут создать искусственно (возможно, из неорганических элементов) существа более высокого интеллекта, чем человек, способные жить в более широком диапазоне условий окружающей среды. Уж если «слепая» природа смогла создать человека методом «проб и ошибок», то последовательно-логическая работа ученых безусловно позволит сконструировать существо более разумное и лучше приспособленное к жизни. А люди безусловно обречены на «вырождение»: по мере «насыщения» знаниями об окружающем мире будет пропадать интерес к нему; по мере улучшения условий жизни, безопасности, у человека будет ослабляться жизнеспособность и воля к борьбе за существование, и раньше, чем человечество освоит космическое пространство, оно вытеснится более приспособленными к жизни автоматами».

Вообще, сомнения высказать гораздо легче, чем их разрешить или опровергнуть. Однако подумаем над теми, которые здесь приведены.

Нет нужды пытаться прогнозировать будущее человечества на тысячу лет. Проблема освоения Космоса — это проблема наших дней. Нельзя, открыв дверь в новый мир, тут же ее и захлопнуть. Нельзя остановить движение вперед. И хотя главное значение космических исследований нашего времени в том и состоит, что они прокладывают дорогу в будущее, открывают новую сферу жизни человечества, эти исследования будут иметь и уже имеют практическое значение для нас.

Развитие космических исследований, реализация сложных программ создания космических ракет-носителей, автоматических космических станций и космических кораблей ведет к бурному росту новых отраслей науки и техники. Причем результаты этого развития сказываются и в обычной «земной» жизни, находят применение в тех отраслях науки и техники, которые преследуют вполне «земные» цели. Это, так сказать, косвенное влияние.

Некоторые успехи космической техники уже сейчас начинают прямо вторгаться в повседневную жизнь: спутники-ретран-

сляторы расширяют возможности связи и телевидения, навигационные спутники повышают надежность судовождения в океанах, метеорологические спутники позволяют значительно улучшить службу погоды на Земле. Проникновение в космос, его освоение человечеством — дело не отдаленного, а ближайшего будущего. Нельзя противопоставлять работы по исследованию космоса работам по повышению уровня жизни на Земле. Это две стороны прогресса, между которыми нет противоречий.

Что касается возможности и опасности термоядерной войны, то тут может быть только один ответ: человечество должно приложить все усилия к предотвращению войны. Оно обязано это сделать, если хочет выжить.

Вопрос о «вытеснении» человечества им же самим созданными более разумными существами сложнее. Можно привести несколько возражений. Например, нужно ли человеку создавать разумные «существа», способные размножаться, достаточно компактные, чтобы передвигаться, и достаточно универсальные, чтобы они были способны «вытеснить» человечество? Сейчас более логичным представляется отрицательный ответ. Правда, могут сказать, что более разумная «машинная» цивилизация с какого-то этапа может развиваться стихийно, и люди не смогут контролировать ее развитие. Но едва ли более разумная цивилизация будет нуждаться в уничтожении или в вытеснении другой разумной цивилизации...

Конечно, люди будут стремиться создавать высокоорганизованные, достаточно компактные системы, способные действовать в широком диапазоне условий окружающего мира (их мы сейчас называем автоматами, автоматическими межпланетными станциями и т. п.), но это будут специализированные устройства, предназначенные для исследования Солнца, планет, земных и инопланетных недр и т. д. Будут создаваться электронные устройства, обладающие громадной оперативной памятью и большими (по сравнению с человеческим мозгом) возможностями анализа и переработки информации. Однако нет никакой нужды делать эти устройства способными самоорганизовываться и размножаться.

Если же когда-либо люди сочтут целесообразным создать и создадут общество

«существ», более приспособленных для жизни в бесконечных просторах Вселенной, то ведь в этом случае оно будет прямым детищем человечества, прямым продолжением и развитием человеческой цивилизации в Космосе.

Сомнения, связанные с тем, что по мере накопления знаний, по мере роста благосостояния и комфорта люди не найдут себе новых сфер для поиска и исследований и сил для борьбы за существование («усыпление комфортом и безопасностью»), представляются несерьезными. Пока что наблюдается обратная картина: чем больше мы узнаем о Вселенной, тем шире раздвигаются ее границы, тем больше непонятого и неисследованного впереди, тем с более сложными задачами и с новыми опасностями сталкивается человек. Достаточно привести, к примеру, проблему полета к звездам. Сейчас практически не видно путей решения этой задачи. Можно пока лишь говорить о «непреодолимых» препятствиях и опасностях, которые ждут человека на этом пути. И все же и эта задача наверное может быть решена и рано или поздно окажется под силу человеку. Но тогда возникнут новые проблемы, и этому не видно конца.

Человечество на пороге новой эры. По-

смотрим вокруг. Картина отнюдь не идиллическая. В мире слишком много противоречий: гигантские разрушительные средства и политическая раздробленность человечества на враждебные группировки государств, великие технические достижения нашего времени, высокий уровень жизни в ряде стран и отсталость, отсутствие современной промышленности, низкий, граничащий с нищетой, уровень жизни в других странах.

Противоречия обладают одним свойством: они не могут сохраняться вечно и рано или поздно разрешаются. Однако разрешаются не сами собой. К их разрешению ведет часто тяжелый и тернистый путь, но он будет пройден.

Конечно, возникнут другие противоречия. Но это будут уже противоречия, связанные с новой жизнью, с новыми проблемами, с ограниченностью средств, находящихся в руках людей, и бесконечностью Вселенной.

Человечество прошло большую дорогу от каменного века до нашего времени, времени социалистических преобразований. Но сейчас мы видим, что впереди еще более сложная и более интересная дорога в новый мир, на которой ждут нас и трудности и победы.



Летчики-космонавты СССР (слева направо): В. М. Комаров, К. П. Феоктистов, Ю. А. Гагарин, А. А. Леонов, Г. С. Титов, В. Ф. Быковский, В. В. Николаева-Терешкова, П. Р. Попович, П. И. Беляев, Б. Б. Егоров, А. Г. Николаев

СТРОЕНИЕ И ДИНАМИКА ГАЛАКТИКИ

К. Ф. ОГОРОДНИКОВ,
профессор

За последние годы представления о путях развития нашей Галактики обогатились новыми данными и, вероятно, стали более надежными. И хотя мы не можем себя считать полностью застрахованными от того, что когда-нибудь в будущем, причем может быть совсем недалеко, нам придется кое-что изменить в вырисовывающейся картине строения Галактики, эти изменения едва ли будут касаться основных линий проблемы.

Те новые данные, на которые мы ссылаемся, имеют три источника. Это, во-первых, результаты радионаблюдений излучения нейтрального водорода на волне 21 см, во-вторых, изучение кинематических особенностей «металлических» звезд и, в-третьих, результаты исследования проблемы так называемого третьего интеграла движения в галактиках.

Источники современных успехов в изучении строения Галактики — радиоастрономия, астрофизика и звездная динамика.

Однако наряду с решением «старых» задач, перед исследователями возникают новые, быть может, еще более трудные. И здесь нет ничего удивительного, так как именно в этом состоит линия бесконечного развития науки.

К числу таких задач принадлежит, в первую очередь, проблема роли в эволюции галактик мощных отталкивательных сил взрывного характера, на которые впервые было указано В. А. Амбарцумяном. Их роль несомненно огромна, но у нас пока слишком мало данных для того, чтобы

говорить о ней более определенно. Впрочем, кое-какие соображения на этот счет, в той мере, в какой это может относиться к нашей Галактике, будут высказаны нами ниже.

Обзор современных представлений о строении и истории развития Галактики был недавно сделан известным голландским астрономом Я. Оортом на XII Конгрессе Международного астрономического союза в Гамбурге. Его доклад «Строение и эволюция галактической системы» опубликован в русском переводе в журнале «Земля и Вселенная» (№№ 2 и 3, 1965 г.), куда я и отсылаю интересующегося читателя за подробностями. Хочу только предупредить, что, отдавая дань высокому научному авторитету докладчика и мастерскому изложению доклада, пишущий эти строки как специалист по звездной динамике считает своим долгом высказать кое-какие критические соображения, которые могут иногда не совпадать с мнением специалистов других направлений.

Согласно концепции Я. Оорта, наша Галактика образовалась путем конденсации первичного газового облака, размеры которого были во всяком случае не меньше современных размеров звездной короны или гало, окружающего Галактику. По своему химическому составу первичный газ был очень богат водородом и очень беден атомами других химических элементов. В этом газе происходило звездообразование, и мы до сих пор можем отличать самые старые в нашей Галактике

звезды по очень малому содержанию в них «неводорода», и, в частности, металлов. Хотя звездное облако, по-видимому, с самого же начала обладало небольшим вращением, последнее на первых порах не играло заметной роли и лишь впоследствии зафиксировало в первичном облаке будущую ось симметрии Галактики. Все другие движения внутри газового облака также были незначительными. При этих условиях новообразовавшиеся звезды по законам небесной механики должны были двигаться по направлению к центру Галактики, обогнуть его, подобно тому как кометы обигают Солнце, и затем снова возвращаться к исходному удалению с тем, чтобы в следующий свой оборот повторить все снова. Отсюда ясно, что орбиты, по которым двигаются в Галактике наиболее старые, «неметаллические» звезды, должны быть сильно вытянутыми.

Наблюдения полностью подтверждают эту точку зрения, ибо имеются группы звезд (переменные типа RR Лиры, субкарлики, шаровые скопления), орбиты которых очень вытянуты. Эти звезды образуют сферическую составляющую или население II типа Галактики. Они почти не участвуют в галактическом вращении, так как их тангенциальная скорость* почти в пять раз меньше скорости вращения Галактики в окрестности Солнца.

В дальнейшем первичное газовое облако продолжало сжиматься под действием силы притяжения Галактики и обогащаться «неводородными» атомами. Последнее происходило за счет выбрасывания вещества из звезд, в недрах которых шло непрерывное превращение водорода в «неводород». Вследствие сжатия облака его вращение по законам механики все время ускорялось и потому постепенно вновь образовавшиеся звезды стали двигаться не в сторону центра, не по радиусу, а все более и более перпендикулярно к экватору Галактики, ибо теперь, кроме притяжения к центру, на каждую звезду действовала центробежная сила вращения. Поэтому «второе поколение» звезд образовало

нечто вроде толстого уплощенного в области центра Галактики диска. Это второе поколение звезд называется промежуточным или населением диска. Теперь уже экватор Галактики начал играть большую роль в дальнейшем ее развитии. Остатки газа стали концентрироваться к плоскости экватора, и новообразующиеся звезды составляют третье звездное поколение — плоскую составляющую или население I типа Галактики.

Вот в самых коротких чертах концепция развития Галактики, согласно Оорту. Она сформулирована достаточно осторожно, без упора на излишние детали и потому представляется наименее спорной. К тому же, как мы увидим ниже, она допускает различные толкования, что делает ее еще более гибкой и привлекательной.

Несколько иначе дело обстоит в части объяснения происхождения спиральных ветвей как у нашей Галактики, так и у других ее собратьев по Космосу. До сих пор в этом вопросе нет ясности, о чем свидетельствует высказывание Я. Оорта, когда он в чрезвычайно кратком разделе своего доклада, посвященном спиральям, отметил, что «мы еще далеки от убедительной теории спиральной структуры», и по существу ограничился лишь констатацией тесной связи между пространственным распределением облаков и молодых звезд спектральных классов O — B2.

Если рассматривать только так называемые нормальные спирали (SA), то сейчас существуют, в основном, две теории происхождения этих ветвей. Одну мы условно назовем теорией истечения, а другую — теорией космического происхождения. Оорт выступает сторонником первой теории. Согласно этой теории, вещество нынешних спиральных ветвей в виде газа было в свое время выброшено из центра Галактики, и с тех пор истечение газа непрерывно продолжается. Несложный расчет показывает, что для поддержания истечения в стационарном состоянии на нынешнем уровне, достаточно чтобы ежегодно из центра в каждую из двух ветвей вытекала всего-навсего масса, равная примерно одной солнечной. Это свидетельствует скорее в пользу теории. Однако у этой теории есть несколько затруднений.

Во-первых, видимая устойчивость ветвей, существующая несмотря на дифферен-

* Звезды сферической составляющей Галактики имеют скорости, направленные вдоль галактического радиуса и потому их поперечные радиусу (тангенциальные) скорости сравнительно малы.

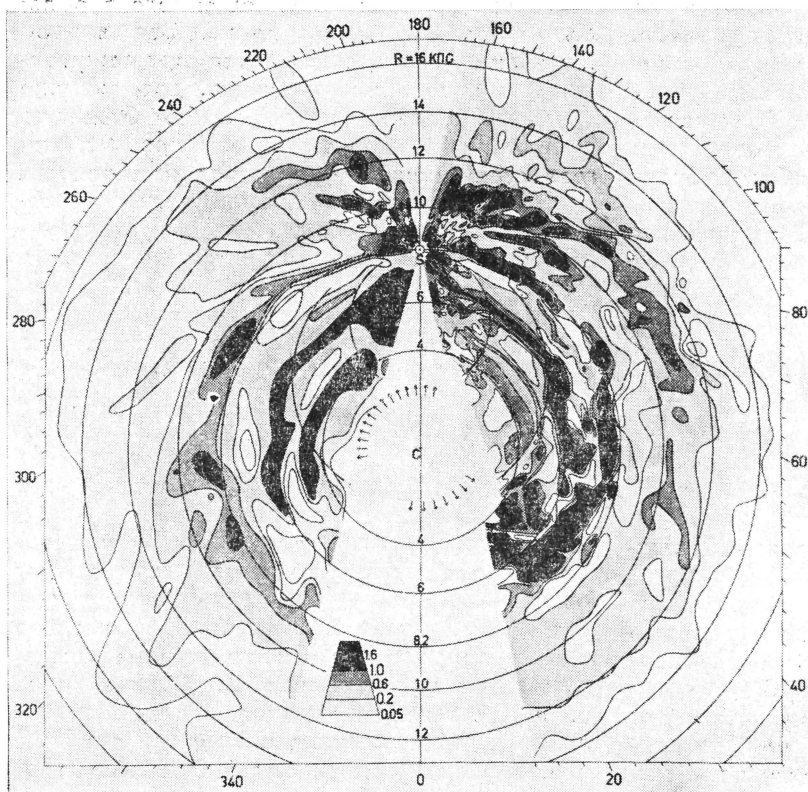


Рис. 1. Расположение облаков водорода в галактической плоскости по данным голландско-австралийских радионаблюдений на волне 21 см

циальное вращение Галактики, которое должно было бы их полностью уничтожить всего за 1,5—2 оборота.

Во-вторых, неясен механизм истечения такими сравнительно малыми порциями. Мы теперь хорошо знаем, благодаря Амбарцумяну и его последователям, что существуют мощные взрывные силы, вроде тех, что наблюдаются в М 82 или NGC 4486, которые можно считать гигантскими космическими катастрофами. Но нам неизвестен какой-либо естественный механизм, который был бы способен настолько обуздать взрывные силы, чтобы они выдавали материю такими «гомеопатическими» дозами.

Наконец, в-третьих, еще одно затруднение этой теории: каким образом необходимый для поддержания истечения газ попадает в центр Галактики? Оорт пытается

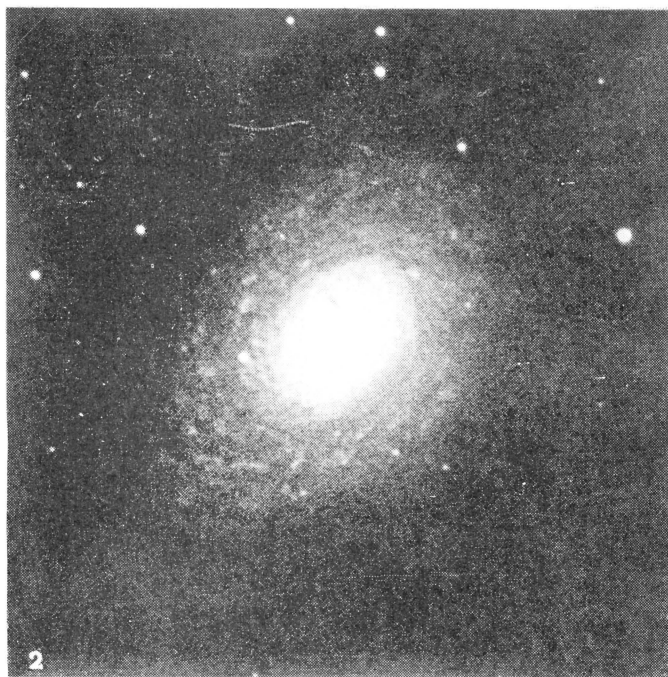
объяснить это притоком газовых облаков в Галактику из метагалактического пространства, но эту попытку нельзя назвать очень удачной. Слишком уж она выглядит искусственной.

Но, как кажется автору этой статьи, положение вовсе не такое уж безнадежное и едва ли дает нам право вместе с Оортом воскликнуть: «Мы не понимаем ни происхождения ее (Галактики — К. О.) спиральной структуры, ни даже того, каким образом эта структура может сохраняться. Мы не знаем причин движения газа прочь от ядра в центральных областях».

В самом деле, пример гигантского выброса вещества из ядра эллиптической галактики NGC 4486 достаточно убедительно показывает, что такие массы газового вещества действительно могут существовать в ядрах галактик. Тот факт, что они там занимают очень малый, незаметный для гла-

за объем, показывает, что этот газ находится в ядрах не в обычном, лабораторном, а, вероятно, в том, особом «гиперонном» состоянии (согласно В. А. Амбарцумяну и Г. С. Саакяну), когда он сжат до того, что разрушены ядра атомов и «газ» состоит из смеси нуклонов с плотностью, которая может доходить до 10^{15} г/см³ и даже больше.

Что касается непонятной сопротивляемости срезающему эффекту дифференциального вращения Галактики, то уже давно Б. А. Воронцов-Вельяминов высказал очень правильную мысль, что Солнце находится внутри Галактики в периферийной части последней, где не должно быть уже сплошных ветвей. Более точный подсчет показывает, что в зоне от центра до точки, где круговая скорость галактического вращения достигает своего максимума (для нашей Галактики 6,0 кпс от центра по старой



Спиральные галактики:

1 — NGC 4274 Sa; 2 — NGC 4699 Sb; 3 — М 101 в Большой Медведице;
4 — М 51—NGC 5194/5195 в Гончих Псах Sc/Irr



Г. И. Покровский. «Высшая цивилизация»

шкале галактических расстояний), Галактика вращается почти как твердое тело и потому срезающий эффект там незначителен и, следовательно, спиральные ветви не должны испытывать сильной деформации. При этом важно отметить, что, как известно, Солнце находится как раз немного дальше от центра (7,5 клс по той же шкале расстояний), чем указанная выше точка максимума. Между тем изучение распределения водорода на волне 21 см, как это видно на рис. 1, заимствованном нами из статьи Я. Оорта («Земля и Вселенная», № 2, 1965), показывает, что основная масса наблюдений приходится как раз на расстояние одного порядка с расстоянием до Солнца. И потому в расположении водородных облаков очень трудно заметить отпечаток какого-либо спирального закручивания. Следует признать, что вычерчивание различных спиральных схем, кроме, пожалуй, указаний на три концентрические рукава (рис. 2), соответствующие направлениям на созвездия Персея, Ориона и Стрельца, пока преждевременно.

Вторая теория, которую мы условились называть теорией космического происхождения, предполагает, что жгуты диффузной материи, которые, собственно, образуют спиральные ветви галактик типа SA, могут наблюдаться в космическом пространстве еще до возникновения самой галактики. Сторонниками этой теории, несмотря на различие в деталях, являются известные английские астрофизики Хойл и Айрленд, а в Советском Союзе С. Б. Пикельнер, а также автор этих строк. Согласно этой теории, сильно ионизованный газ в пространстве между галактиками находится под действием магнитного поля. Вдоль силовых линий поля вытянуты чрезвычайно длинные магнитные силовые трубки, и газ может двигаться только вдоль этих трубок, в то время как отдельные частицы газа описывают винтовые, поступательно-вращательные орбиты вокруг осей магнитных трубок. Это свойство магнитных полей теперь хорошо известно в магнитной гидродинамике, и именно его имеют в виду, когда говорят, что магнитные поля удерживают ионизованный газ.

Какая из этих двух теорий правильная? Мы постараемся сейчас показать, что обе теории можно считать правильными, но только применимы они к спиральным галак-

тикам динамически двух совершенно различных типов. И, безусловно, немалая доля недоразумений и даже путаницы в вопросе о природе спиральных ветвей (в спиральных типах SA) проистекает именно из-за того, что недостаточно четко уясняют себе то глубокое различие в строении, которое имеется между галактиками двух этих типов.

У первого типа галактик из большого ядра, диаметр которого составляет не менее половины видимого диаметра всей галактики, из многочисленных равноотстоящих точек на экваторе выделяются тонкие и сравнительно короткие струйки, закручивающиеся на своих концах в виде небольших спиралей. Спирали, соприкасаясь друг с другом, в более молодых галактиках этого типа образуют кольцо (NGC 4274). В более старых галактиках это кольцо, обычно, распадается, и мы видим мощное ядро, окруженное множеством тонких спиральных струек (NGC 4699). Для краткости мы будем

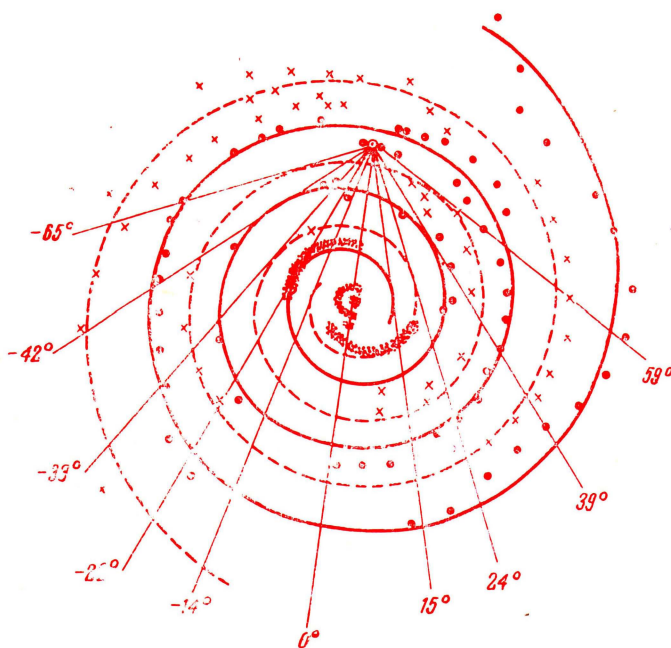


Рис. 2. Схема спиральной структуры Галактики по исследованию Н. С. Кардашева и др. [1964 г.]

называть галактики этого типа мелковетвистыми.

У второго типа галактик сравнительно небольшое ядро, из двух диаметрально расположенных точек которого начинаются две и только две (за очень редкими исключениями, носящими характер аномалий) мощные спиральные ветви. Они закручиваются вокруг ядра, как правило, больше чем на один целый оборот. В более молодых галактиках этого вида спиральные ветви сплошные лишь с небольшими ответвлениями (M 51 — NGC 5194/5195). В старых галактиках процесс разветвления ветвей сочетается с их дроблением на отдельные сгустки (M 101). Такие галактики будем называть крупноветвистыми. Фотографии этих галактик помещены на вклейке.

Теория галактик первого типа была подробно разработана еще в 30-х годах известным шведским астрономом Б. Линдбладом. Согласно этой теории, вдоль экватора сильно сплюсненного, вращающегося эллипсоида создается зона неустойчивости. Причем, если в какой-нибудь точке экватора произошел отрыв хотя бы самой малой массы, притяжение последней создает дополнительный стимул для дальнейшего истечения из этой же точки. Первоначальное же возмущение, вероятно, носит характер волны, распространяющейся вдоль экватора, вследствие чего мы и наблюдаем не одну, а множество равноотстоящих и равновеликих истечений. Таким образом, теория Линдблада есть теория истечения в чистом виде. К несчастью Линдблад с самого начала считал, что его теория дает объяснение спиралей всех типов. Между прочим, из нее следует, что спиральные ветви должны быть раскручивающимися, т. е. должны отделяться от ядра галактики в направлении вращения. Поэтому, когда впоследствии из наблюдений галактик второго типа было доказано, несмотря на многолетнее сопротивление Линдблада, что их спиральные ветви закручиваются, т. е. отстают от вращения ядра в сторону, противоположную вращению, то многими, и в том числе, по-видимому, и самим Линдбладом, это было рассмотрено как полное опровержение его тщательно разработанной и во многих отношениях очень изящной теории. В последнее время Линдблад с помощью различных остроумных надстроек пытался так видоизменить свою теорию,

чтобы она давала закручивание ветвей. Но, на наш взгляд, это делать совершенно излишне, так как теория Линдблада хорошо объясняет строение мелковетвистых галактик. И только одно обстоятельство заслуживает большого сожаления, что в пылу полемики никто из наблюдателей на больших рефлекторах не проверил ни одной мелковетвистой галактики на раскручивание ветвей. Хорошо было бы, если бы это сделали в одной из наших южных обсерваторий, уже располагающих соответствующими телескопами.

Происхождение спиральных галактик второго типа мы теперь связываем с так называемыми светлыми мостами между галактиками. Впервые на них обратил внимание американский астроном Ф. Цвикки. Сейчас подобных мостов, соединяющих галактики, известно тысячи. Мост, изображенный на рис. 3, называется «Ятаганом», так как одно из двух звеньев этого моста изогнуто в виде турецкой сабли. Особенное внимание заслуживает самая маленькая из трех галактик, находящаяся посередине между двумя крайними, большего размера. Эта туманность явно спиральная, причем обе ее ветви совершенно непрерывно переходят в мосты, соединяющие ее с двумя соседками. Очевидно, что спирали, с одной стороны, и мосты, с другой — образуют одно целое. Поэтому теория спиральных ветвей крупноветвистых галактик должна основываться не на законах обычной механики, как теория Линдблада, а на законах магнитогидродинамики, изучающей взаимодействия между магнитными полями и газом. Крупноветвистые галактики образуются как конденсации в мостах диффузной материи. Сжимаясь под действием внутренних сил притяжения, они ускоряют свое вращение. При этом происходит закручивание вокруг них ветвей, которые затем отрываются от моста, и тогда появляется новая спиральная галактика. Иногда, как в случае M 51, когда массивная спираль связана мостом с небольшой галактикой меньшей массы, она продолжает волочить за собой последнюю на конце одной из своих ветвей.

Теория образования крупноветвистых галактик разрабатывается в СССР С. Б. Пикельнером, и я отсылаю интересующихся к его статье в журнале «Земля и Вселенная», № 4, 1965 г. Очень важно, как пока-

зал Пикельнер, что в центральных частях галактики происходит сильное сжатие магнитных силовых трубок, что вызывает конденсацию газа вдоль трубки и возрастание магнитного поля в центре галактики. При определенных условиях, как это известно из теории плазмы, в центрах галактик могут начаться бурные термоядерные процессы типа ядерных взрывов. Именно подобные явления мы и наблюдаем в некоторых галактиках (NGC 4486 и др.). Известно, что такие взрывы в галактиках имеют остронаправленный характер. Это, по-видимому, потому, что в ядрах галактик мощные магнитные поля, как известно, часто носят направленный (неизотропный) характер.

К какому же из двух типов спиралей принадлежит наша Галактика? Весь накопленный нами наблюдательный материал и, в частности, результаты радионаблюдений на волне 21 см свидетельствуют, что наша Галактика, вероятно, принадлежит к крупноветвистым спиральям позднего возраста вроде галактики М 101. Глядя на фотографию М 101, можно без особого труда представить себе наблюдателя, расположенного не слишком близко от центра, который увидит поблизости два или даже три почти параллельно идущих отрога ветвей, т. е. то же, что и мы в нашей Галактике. И совершенно не обязательно, что эти два-три отрога — продолжение одной и той же непрерывной ветви, много раз, подобно часовой пружине, закручивающейся вокруг ядра. Поэтому более точная картина должна в дальнейшем вырисовываться лишь постепенно, шаг за шагом, по мере накопления и уточнения наблюдательных данных.

* * *

В заключение остановимся вкратце на некоторых результатах исследований по общей динамике звездных систем, которые имеют принципиальное значение и влияют на формирование наших представлений о Галактике.

В первую очередь мы отметим так называемую проблему третьего интеграла для нашей Галактики. Известно, что для всякого силового поля, которое стационарно и обладает ротационной симметрией распределения массы вокруг оси (пусть

это будет ось Z), существуют два хорошо известных интеграла движения: интеграл энергии (живых сил) и кинетического момента (площадей). Но для того чтобы рассчитать орбиту какой-нибудь звезды в этом силовом поле, необходимо знать еще третий интеграл. И вот, оказалось, что подоб-

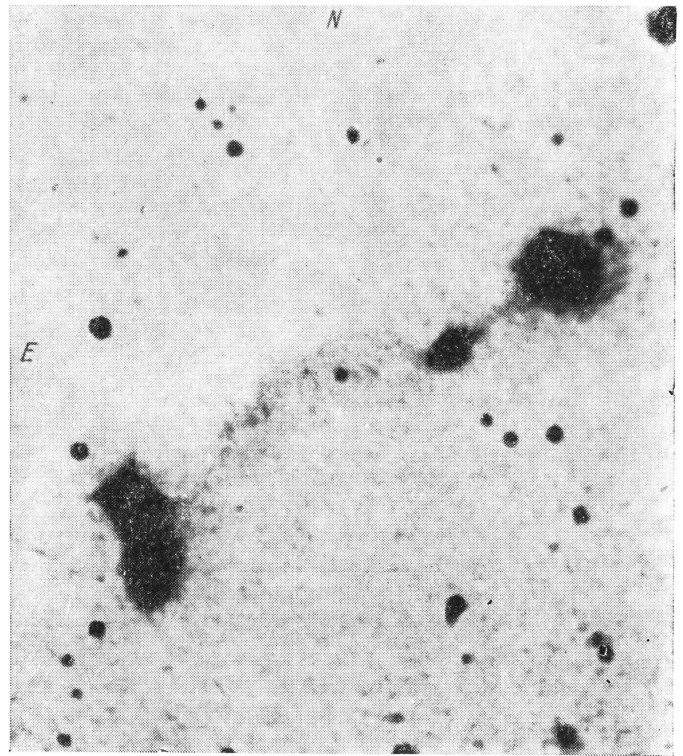


Рис. 3. Мост между галактиками
NGC 3481 — Анонима — IC 3483 («Ятаган»)

ного интеграла, если не задавать какого-нибудь вполне определенного закона распределения плотности в Галактике, найти нельзя. В результате широкой дискуссии среди специалистов по звездной динамике было установлено, что в общем случае ротационной симметрии интеграл энергии распадается на два более общих выражения, чем интегралы, которые естественно назвать функционалами энергии. Отсюда, между прочим, вытекает, что, каково бы ни было распределение массы в Галактике,

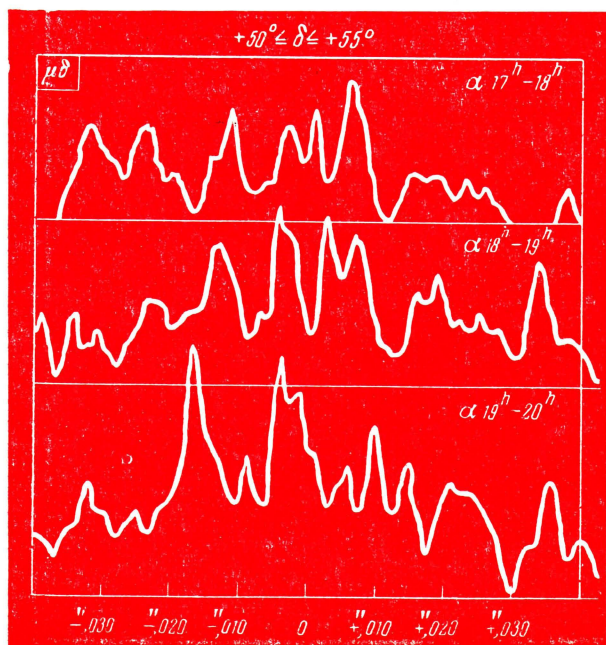


Рис. 4. Распределение собственных движений по склонению (μ_δ) звезд по Я. Схилту. Видно существование беспорядочных потоков

энергия движения звезд по Z-координате может быть задана независимо от их движения параллельно галактической плоскости. Эти две энергии подчинены только условию, что их сумма равняется интегралу энергии, т. е. полной энергии. Такой результат впервые теоретически обосновывает известный факт, что в нашей Галактике, как, по-видимому, и в других подобных ей галактиках, звездное население распадается на подсистемы в зависимости от степени их концентрации к галактической плоскости. А это свойство в свою очередь зависит от энергии движения по Z-координате. Чем она меньше (за счет большей энергии движения параллельно галактической плоскости), тем более плоской является эта подсистема.

Хотелось бы еще обратить внимание на интересную работу, выполненную в Астрофизическом институте Таджикской ССР в Душанбе Л. С. Марочником и его сотрудниками. Это первая попытка применить к исследованию динамики нашей Галактики новую теорию так называемого коллективного типа взаимодействия. Уже давно из-

вестно, что звездная плотность в Галактике настолько мала, что силы взаимодействия между соседними звездами ничтожны, т. е. время релаксации — промежуток времени (каков бы он ни был), в течение которого звездные взаимодействия успевают сказаться заметным образом, — в Галактике слишком велико (порядка 10^{13} — 10^{14} лет, в сотни тысяч раз больше периода вращения Галактики). Между тем существует очень много соображений, указывающих, что время релаксации на самом деле должно быть примерно одного порядка с периодом вращения. А это возможно, если допустить, что в нашей Галактике, помимо отдельных звезд, имеются какие-то большие массы материи во много раз большие масс отдельных звезд. Коллективное взаимодействие как раз и означает, что во всякой звездной системе непрерывно возникают и уничтожаются уплотнения звезд, и невозможно задать распределение звезд так, чтобы эти уплотнения или мелкие потоки все время не возникали бы. А каждая такая конденсация действует как большая масса.

Представим себе на минуту какую-нибудь большую массу, скажем, ядро Галактики, и группу звезд, двигающуюся друг за другом по вытянутой орбите. Очевидно, что в наиболее удаленной от центра части орбиты (апоцентре), где движение звезд замедляется, позади идущие звезды бу-

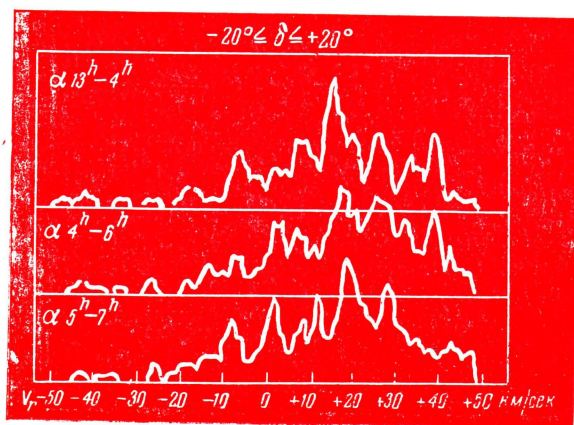


Рис. 5. Распределение лучевых скоростей звезд по Я. Схилту. Видно существование беспорядочных потоков

дут нагонять впереди идущие. В результате возникнет звездное уплотнение, которое после перехода через апоцентр на время рассеется для того, чтобы снова возникнуть при новом обороте, и так без конца.

Таким образом каждая из звезд, движущихся по вытянутым орбитам, будет входить в состав некоторого маленького потока, который периодически создает уплотнение. Интересно отметить, что еще более 30 лет назад Я. Схилт, изучая распределение собственных движений всех звезд, кроме ранних типов*, а также их лучевых скоростей, обнаружил в окрестности Солнца в Галактике большое число взаимно проникающих звездных потоков.

* Звезды ранних типов, как известно, двигаются в Галактике по орбитам, которые мало отличаются от окружности, и потому они не принимают участия в образовании указанных потоков.

На рис. 4 приведены кривые распределения собственных движений по склонению (μ_δ) всех звезд каталога PGC Босса для трех смежных участков неба, а на рис. 5 то же самое для лучевых скоростей. Если внимательно присмотреться к многочисленным зубцам на кривых, то видно, что выделяются одни и те же зубцы, лишь непрерывно изменяясь от участка к участку. Это как раз и должно наблюдаться в случае существования беспорядочных потоков, предсказываемых теорией коллективных взаимодействий, впервые разработанной в применении к плазме нашими известными физиками А. А. Власовым и Л. Д. Ландау.

Используя эту теорию, Л. С. Марочник пришел к выводу, что время релаксации в Галактике имеет порядок 10^8 лет. Если эта цифра будет впоследствии подтверждена, то это позволит устранить один из очень неприятных парадоксов современной звездной динамики.



НЕОБЫЧНАЯ ДЕТАЛЬ ОКОЛО СПИРАЛЬНОЙ ГАЛАКТИКИ М 81

Недавно на обсерваториях Маунт Вилсон и Маунт Паломар С. Арп попытался сфотографировать очень слабые внешние части галактик.

В прошлом году во время минимума солнечной активности ночное небо часто было исключительно темным, что позволило увеличить экспозиции на Паломарском 48-дюймовом телескопе Шмидта до 50 минут. Чтобы избежать влияния эмиссионной линии 5577 Å ночного неба, Арп ограничил свои наблюдения спектральной областью между 4700 и 5400 Å.

Исследовались различные галактики, и особенно группы галактик, с целью обнаружения соединений или искажений структуры в очень слабых, самых внеш-

них областях отдельных членов. В некоторых случаях изучали перед сильным источником света несколько идентичных сложенных вместе негативов. Исследовав таким образом яркую галактику М 81 типа Sb в Большой Медведице, Арп обнаружил неожиданную и загадочную особенность — очень слабое кольцо вокруг одного конца спирали.

Диаметр М 81 составляет около 15 000 пс по обычным фотографам и около 30 000 пс по новым совмещенным фотографиям. Очень слабое кольцо находится примерно на расстоянии около 20 000 пс от ядра М 81; заметнее всего оно по направлению к необычной взрывающейся соседней галактике М 82.

Арп считает, что высокоэнергичные электроны, испускаемые М 82, врываются в магнитное поле М 81, где «эти электроны будут отклоняться от прямолинейного пути и выделять энергию, зависящую, главным образом, от силы магнитного поля, в котором они находятся». Всего несколько микрогаусс необходимо, чтобы вызвать наблюдаемое свечение; очень сильное поле привело бы к слишком быстрой потере энергии, и этот эффект не наблюдался бы. Считая, что все электроны

в кольце были выброшены из М 82 примерно со скоростью света, Арп вычислил, что грандиозный взрыв этой системы произошел примерно 400 000 лет назад. Возраст кольца — около 300 000 лет. Дальнейшие наблюдения этой особенности М 81 помогут объяснению загадочного мощного взрыва в М 82. Эти соседние звездные системы находятся примерно на расстоянии 10 млн. световых лет от Солнца.

«Sky and Telescope», 29, 1965, 346.

НАБЛЮДЕНИЯ ВОДОРОДА ПОМОГАЮТ ОБНАРУЖИВАТЬ ДАЛЕКИЕ ТУМАННОСТИ

В Национальной радиоастрономической обсерватории Грин Бэнк (США) вступил в действие радиотелескоп с вращающейся антенной диаметром около 46 м. Разрешающая способность телескопа около 10'' дуги (т. е. примерно диаметр десятикопеечной монеты на расстоянии 350 м).

Шведский астроном Б. Хоглунд

(Окончание на стр. 35)

ПЛАНЕТА ВЕНЕРА

А. Д. КУЗЬМИН,
кандидат технических наук

Венера — самое яркое светило на небе после Солнца и Луны, веками привлекала внимание романтиков, фантастов и ученых. Первым она обязана именем богини любви и красоты. Вторые населили божественную планету страшными чудовищами. Однако фактических данных о Венере гораздо меньше, чем например о Марсе, хотя последний даже в великие противостояния находится от Земли в 1,5 раза дальше Венеры.

Венера, вторая по близости к Солнцу планета солнечной системы, в 1,4 раза ближе к нему, чем Земля, и обращается вокруг Солнца почти по круговой орбите с периодом 224,7 земных суток.

Фазы Венеры подобны фазам Луны (рис. 1). В нижнем соединении, когда планета находится между Землей и Солнцем, к Земле обращена ее темная, не освещенная Солнцем сторона. Эта фаза аналогична новолунию. В верхнем соединении Венера находится почти точно за Солнцем и к Земле обращена освещенная половина планеты. Эта фаза аналогична полнолунию. Интервал времени между двумя одинаковыми фазами равен в среднем 584 земным суткам. Около нижних соединений Венера приближается к Земле на наименьшее расстояние и поэтому наиболее доступна как для наземных, так и для ракетных исследований. Последнее нижнее соединение Венеры было 26 января 1966 г., следующее будет 29 августа 1967 г.

Вопрос об элементах вращения Венеры — предмет многочисленных исследований, ведущихся уже около 300 лет. При первых определениях элементов вращения пытались выявить постоянные детали на диске планеты и проследить их видимое движение. В 1666 г. Д. Кассини, используя этот метод, нашел что период вращения Венеры вокруг ее оси равен 23 часам 21 минуте. Однако последующие наблюдатели не заметили на Венере каких-либо



Радиотелескоп Физического института АН СССР, на котором проводились радиоастрономические исследования Венеры

деталей и не подтвердили наличие «пятен». 60 лет спустя Бианчини вновь наблюдал детали на диске планеты и даже составил карту Венеры с «океанами» и «континентами». Определенный по этим деталям период вращения Венеры составлял 24 суток 8 часов. Совершенно отличный результат был получен в 1887 г. Скиапарелли. Он нашел, что период вращения Венеры вокруг оси равен периоду ее обращения вокруг Солнца (около 225 суток), следовательно,

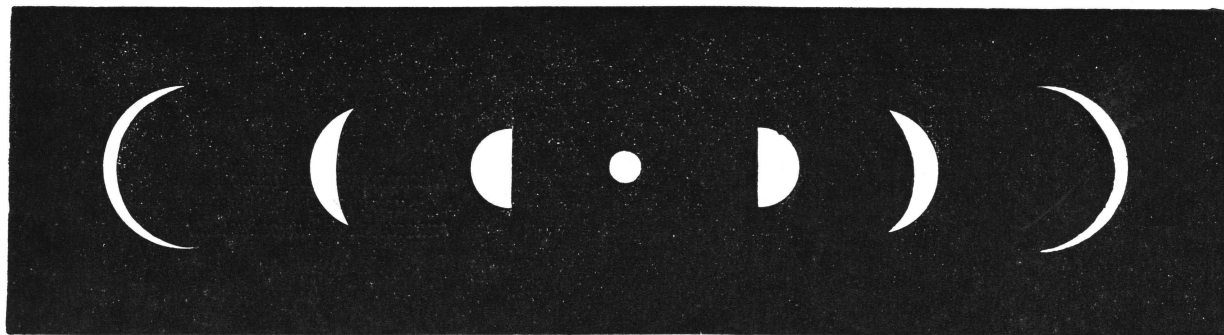


Рис. 1. Фазы Венеры для земного наблюдателя

Венера всегда обращена к Солнцу одной стороной.

Такое большое расхождение результатов определения периода вращения Венеры из оптических наблюдений вызвано тем, что поверхность планеты окутана плотной атмосферой с облачным слоем. Детали же самого облачного слоя настолько размыты и непостоянны, что даже факт их существования ставится под сомнение.

Атмосфера Венеры была открыта М. В. Ломоносовым в 1761 г., наблюдавшим прохождение планеты по диску Солнца. Однако о ее составе и давлении пока известно очень мало*. Единственно надежно выявленная компонента атмосферы планеты — углекислый газ, относительное содержание которого примерно 10%. В. К. Прокофьевым получено свидетельство наличия кислорода, а Стронг и Дольфус обнаружили следы водяного пара. Однако Спинрад не подтвердил этих данных, поэтому присутствие на Венере кислорода и водяного пара до сих пор определенно не установлено. Не ясен также вопрос об основных компонентах атмосферы Венеры. Такими составляющими могут быть азот, благородные газы или какая-либо другая компонента, не имеющая спектральных линий в оптическом и инфракрасном диапазонах. В связи с этим интересны результаты измерений Н. А. Козырева, обнаружившего полосы ионизованного азота в спектре

верхних слоев атмосферы Венеры. Однако эти данные не подтверждены последующими наблюдениями Уэйнберга и Ньюкирка.

Таким образом состав атмосферы Венеры отличается от земной значительно большим содержанием углекислого газа и значительно меньшим содержанием кислорода и водяного пара. О других газах определенных сведений пока нет.

Из-за непрозрачности атмосферы для оптических исследований Венеры доступны лишь верхние слои ее аэрозольно-газовой оболочки. Поэтому первые определения температуры планеты, основанные на измерении интенсивности ее теплового излучения в инфракрасной области спектра, дают сведения лишь о температуре облачного слоя, составляющей около -40°C и одинаковой для освещенной и неосвещенной Солнцем сторон планеты.

Недоступные же для оптических исследований поверхность и подоблачная атмосфера планеты оставались до последнего времени предметом различных гипотез. Наибольшее распространение получили три гипотезы. Согласно первой, условия Венеры аналогичны условиям каменноугольного периода на Земле, т. е. повсюду теплый и влажный климат с обилием влаги, постоянно пасмурное небо и органический мир, находящийся примерно на той ступени развития, которая имела место на Земле в конце палеозойской эры. По другой гипотезе, Венера представляет собой сплошную, абсолютно безводную пустыню, по третьей — вся поверхность планеты покрыта водным океаном.

Крайняя противоречивость гипотез наглядно показывает скудность данных о Ве-

* См. Д. Я. Мартынов. «Обсерватории Австралии», «Земля и Вселенная», № 3, 1965 г., стр. 57. И. К. Коваль. «Изучение планет типа Земли», «Земля и Вселенная», № 6, 1965 г.

ложена модель Венеры, согласно которой радиоизлучение сантиметрового диапазона представляет собой тепловое излучение поверхности планеты, являющейся в этом случае действительно раскаленной; излучение же миллиметрового диапазона поглощается и переизлучается более холодной атмосферой планеты (рис. 2).

Эта модель, развитая впоследствии американскими учеными А. Барретом, К. Саганом и другими, не является, однако единственно возможной. Источником принимаемого радиоизлучения Венеры могут быть какие-либо электрические явления в ее атмосфере, например электрические разряды* или другие нетепловые процессы. В этом случае истинная температура планеты может существенно отличаться от яркостной температуры, определяемой по интенсивности ее радиоизлучения. Так например, в связи с большим количеством работающих радиостанций, яркостная температура нашей планеты Земли, измеренная по интенсивности ее радиоизлучения, может составить миллионы градусов, в то время как истинная температура поверхности Земли, как известно, равна в среднем лишь нескольким градусам Цельсия.

В модели Венеры, предложенной американским ученым Джонсом, поверхность планеты более холодная, чем в модели с «холодной» атмосферой, а высокая яркостная температура обусловлена излучением ионосферы планеты. Несоответствие этой модели данным радиолокационных измерений Венеры может быть преодолено, если допустить, что ионосфера Венеры полупрозрачна или имеет дырчатое строение.

Последующие расчеты показали, что измеренные значения яркостной температуры Венеры в широком диапазоне миллиметровых и сантиметровых волн согласуются с обеими рассмотренными группами моделей. Это видно из рисунка 3, на котором показаны экспериментальные данные и расчетные зависимости яркостной температуры от длины волны принимаемого радиоизлучения для моделей с «холодной» и с «горячей» атмосферами.

Как видим, для выбора модели Венеры

и определения ее физических параметров необходимо привлечь дополнительные экспериментальные данные. В качестве одного из таких экспериментов было предложено провести измерение распределения радиояркостности по диску Венеры.

Из простых геометрических соображений очевидно, что для земного наблюдателя глубина атмосферы шарообразной планеты, а следовательно и ее вклад в принимаемое на Земле радиоизлучение, будут увеличиваться от центра к краю видимого диска планеты. Поэтому в модели планеты с «горячей» атмосферой распределение радиояркостности будет иметь уярчение на краю диска. В модели же с «холодной» атмосферой следует ожидать потемнения диска к краю планеты. Первые измерения, проведенные в Главной астрономической обсерватории АН СССР Д. В. Корольковым, Ю. Н. Парийским, Ю. Н. Тимофеевой и С. Э. Хайкиным, и последующие наблюдения на «Маринере-2», показали потемнение диска к краю.

Однако на более короткой волне, где потемнение должно было бы быть еще более сильным, такие же измерения на «Маринере-2» не дали никакого потемнения. Более того, Кларк и Спенсер в Калифорнийском технологическом институте обнаружили даже увеличение яркости к краю.

Наряду с противоречивостью полученных результатов, указанный эксперимент не дает также однозначного ответа на поставленный вопрос о выборе модели. Действительно, потемнение края еще не доказывает, что принимаемое радиоизлучение планеты исходит от ее поверхности. Такое потемнение края может наблюдаться и в том случае, когда все излучение обусловлено атмосферой планеты, температура которой уменьшается с увеличением высоты.

Следовательно необходим другой эксперимент, чтобы решить, принадлежит ли радиоизлучение Венеры ее поверхности, или же оно обусловлено некоторой электроактивной средой, находящейся в атмосфере планеты. Такой эксперимент был поставлен в 1964 г. автором настоящей статьи совместно с американским радиоастрономом Барри Кларком в обсерватории Оуэнс Вэллей Калифорнийского технологического института.

Идея эксперимента заключалась в том, что излучение планеты должно быть поля-

* См. В. М. Вахнин, А. И. Лебединский, «Радиопшумы и температура Венеры», «Земля и Вселенная», № 1, 1966 г.

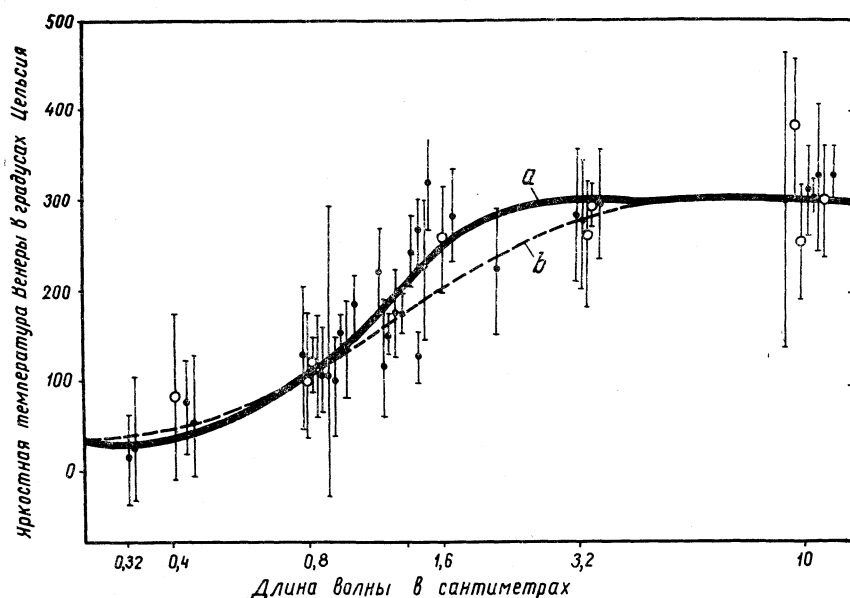


Рис. 3. Расчетная зависимость яркостной температуры радиоизлучения Венеры от длины волны:

а — для модели с «горячей» атмосферой,
б — для модели с «холодной» атмосферой.

Около каждой точки, соответствующей измеренной температуре, нанесены вертикальные отрезки, показывающие возможную ошибку измерения

ризовано на краях видимого диска, если оно обусловлено поверхностью планеты, имеющей резкую границу раздела с окружающей средой, или неполяризовано, если его источником является ионосфера, облачный слой или какое-либо другое диффузное образование без определенной границы раздела.

Задача осложнялась необходимостью различать в эксперименте детали с очень малыми угловыми размерами: даже при наименьшем расстоянии Венеры от Земли размер областей планеты, от которых следовало ожидать поляризованного излучения, соответствует примерно Австралии на ученическом глобусе, находящемся на расстоянии 1 км от наблюдателя. Поэтому измерения было необходимо проводить на радиотелескопе, имеющем высокую разрешающую способность. Такое разрешение, не достигнутое еще ни с одним из существующих наземных радиотелескопов, было получено использованием двух разнесенных антенн, работающих как интерферометр.

Результаты измерений показали, что в 10-сантиметровом диапазоне длин волн излучение краев видимого диска Венеры поляризовано, и следовательно принимаемое на Земле радиоизлучение генерируется действительно поверхностью планеты. Тем-

пература поверхности центральной части ночной стороны Венеры оказалась около 400°C , т. е. выше точек плавления серы, олова и свинца.

По степени поляризации определены электрические свойства материала поверхности Венеры: диэлектрическая проницаемость равна 2,5, что исключает большие водоемы и тем более сплошной океан и соответствует сухим рыхлым породам типа песков или асфальтов с плотностью около $1,2\text{ г/см}^3$.

Этот результат хорошо согласуется с данными радиолокационных исследований Венеры, проведенными в СССР группой ученых Института радиотехники и электроники АН СССР под руководством академика В. А. Котельникова, а также в США и Англии. Диэлектрическая проводимость материала поверхности Венеры, определенная по интенсивности радиолокационного отраженного сигнала, заключена в пределах от 3 до 4. Радиолокация планеты также показала, что поверхность ее более гладкая, чем Луны.

С помощью радиолокационных измерений был решен вопрос об элементах вращения Венеры. Оказалось, что Венера в отличие от большинства других планет солнечной системы, вращается в направлении противоположном ее обращению вокруг

Солнца. Вращение планеты очень медленное: один оборот вокруг своей оси она совершает примерно за 247 земных суток. С учетом движения планеты по орбите вокруг Солнца, это означает, что солнечные сутки на Венере длятся 118 земных суток, т. е. примерно половину венерианского года. Ось вращения Венеры почти перпендикулярна плоскости ее орбиты, т. е. сезонные изменения подобные земным временам года не должны быть сильно выражены.

Интерференционные радиоастрономические измерения Венеры, проведенные нами, обнаружили также, что температура околополярных областей планеты примерно на 150°C ниже, чем в экваториальной части.

Высокая разрешающая способность радиотелескопа позволила также произвести измерения радиуса планеты, невидимой из-за облачного слоя. Он равен 6060 ± 55 км. Меньшая величина этого радиуса по сравнению с радиусом облачного слоя Венеры согласуется с тем, что в 10-сантиметровом диапазоне длин волн принимаемое радиоизлучение Венеры исходит от ее поверхности.

Все приведенные результаты относятся к неосвещенной Солнцем стороне Венеры. Для определения параметров ее освещенной части был проведен ряд измерений зависимости интенсивности радиоизлучения планеты от степени освещенности ее Солнцем. Однако данные таких измерений пока скудны и противоречивы. Можно лишь отметить, что различие температур поверхностей освещенной и неосвещенной Солнцем сторон планеты невелико.

К сожалению, радиоастрономические и радиолокационные методы исследования не дают прямых данных о свойствах атмосферы планеты. Так, давление атмосферы у поверхности Венеры может быть оценено лишь весьма ориентировочно. Если атмосфера планеты действительно состоит из азота и углекислоты и находится в адиабатическом равновесии, то давление у поверхности должно составлять от 3 до 10 атм. Однако, как уже говорилось, основная компонента атмосферы Венеры неизвестна.

До сих пор не решен вопрос о химическом составе венерианской атмосферы. Попытки определения состава атмосферы и облачного слоя из радиоастрономических исследований не дают однозначного решения. Экспериментальные данные могут быть объяснены разными способами, например, различными типами облаков, в том числе состоящими из капель переохлажденной воды, или же углекислым газом, находящимся в атмосфере Венеры, если давление у поверхности составляет $100 \div 200$ атм, и другими компонентами. Весьма запутан важный для космической биологии вопрос о наличии в атмосфере Венеры воды или водяного пара. Радиоастрономические измерения позволили пока лишь определить, что если водяной пар и есть, то его концентрация не превышает десятой доли его концентрации в земной атмосфере.

Окончательное решение этих и ряда других вопросов физики Венеры будет возможно лишь после прямых измерений с космических аппаратов в непосредственной близости к Венере.

1 марта 1966 года в 9 часов 56 минут московского времени автоматическая станция «Венера-3» после трех половиной месяцев полета в космическом пространстве достигла планеты Венера и доставила на ее поверхность вымпел с Гербом Союза Советских Социалистических Республик.

Другая советская автоматическая межпланетная станция «Венера-2», запущенная 12 ноября 1965 года, продолжая свой полет по гелиоцентрической орбите, 27 февраля 1966 года в 5 часов 52 минуты московского времени прошла на расстоянии 24 тысячи километров от поверхности Венеры. Материалы полета обеих станций обрабатываются и изучаются. Новые научные данные о Венере помогут раскрыть тайны загадочной планеты.

ТРОПИЧЕСКИЕ УРАГАНЫ

С. П. ХРОМОВ,
профессор

В 1281 г. монголы, покорившие к тому времени и Китай, и Корею, снарядили десантный флот численностью до тысячи кораблей со стотысячной армией для завоевания Японии. Вряд ли японцы устояли бы перед таким натиском. Им помог тайфун исключительной интенсивности, рассеявший и потопивший почти весь монгольский флот. Это был, вероятно, единственный случай в истории Японии, когда тайфун принес ей радость, а не горе.

Жители южной и восточной Азии, Антильских островов и ряда других тропических областей знали о тропических циклонах с незапамятных времен. Япония располагает статистикой тайфунов за много столетий. Арабские мореплаватели и ученые описывали тропические ураганы северного Индийского океана еще в IX в. Европейцы познакомились с тропическими ураганами гораздо позднее, в конце XV в., начиная с плаваний Колумба и Васко да Гамы. Во второй половине XVII в. европейские ученые уже составили представление о тропических ураганах, как о вихрях с пониженным атмосферным давлением в центре.

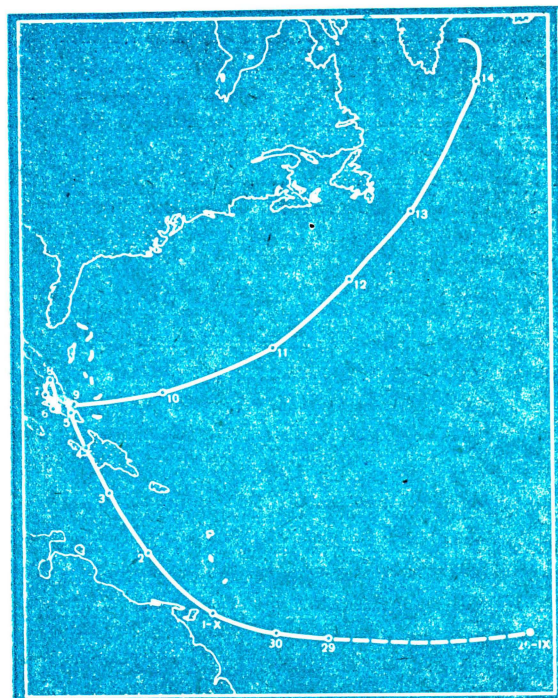
Мореплаватели былых времен из опыта выработали правила маневрирования при встрече с тропическими циклонами. Медленное движение этих вихрей позволило, даже во времена парусного флота, обходить их или, по крайней мере, идти в наименее опасной для судна части вихря. Конечно, о приближении к вихрю в то время можно было судить лишь по непосредственным наблюдениям за изменениями погоды, прежде всего облачности, когда циклон уже близок. Поэтому не всегда удавалось избежать катастрофической встречи. Даже и в наше время тропические циклоны увлекают ко дну сотни и тысячи рыбацких джонок в морях южной Азии.

Еще страшнее те нередкие случаи, ког-

да циклон захватывает побережья густо населенных районов Китая, Японии, островов Карибского моря, центральной Америки. На суше он производит ужасные опустошения и уносит тысячи человеческих жизней. Японцы считают, что тайфуны причиняют Японским островам больше вреда, чем землетрясения.

У всех в памяти ураган «Флора», опустошивший в начале октября 1963 г. две пятых территории Гаити и восточные провинции Кубы. «Флора» принадлежала к сильным тропическим циклонам с падением

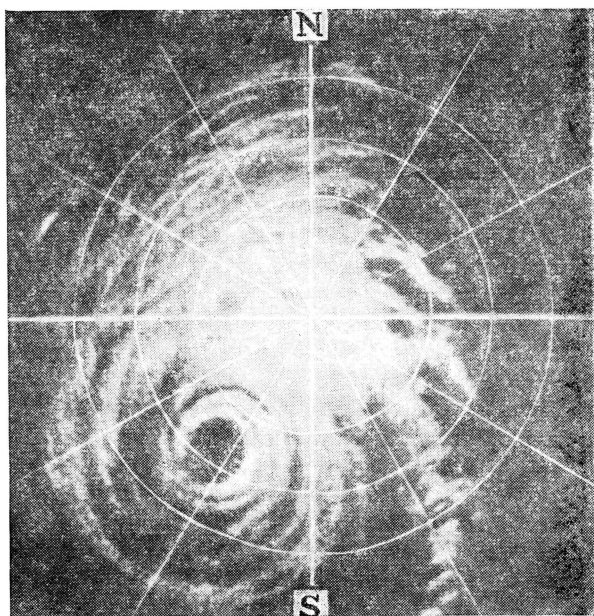
Путь урагана «Флора» с 28 сентября по 12 октября 1963 г.



давления в центре до 930 мбар и с ветрами со скоростью до 60 м/сек, при отдельных порывах до 80 м/сек. Такие и еще более сильные ураганы проходили через Кубу и прежде, например в октябре 1910 и 1952 гг. Роковой особенностью «Флоры» было то, что, достигнув Гаити и Кубы в состоянии максимального развития, она резко изменила направление перемещения над самой Кубой. Такое изменение направления — с северо-западного на северо-восточное часто сопровождается замедлением поступательного движения вихря. Именно так и случилось с «Флорой»: прежде чем уйти через Багамские острова в открытый океан, она почти на пять суток задержалась над Кубой. Это намного усилило ее катастрофические последствия. За пять дней в восточной части Кубы выпало до 1500 мм осадков — годовая норма для Кубы и две с половиной годовые нормы для Москвы. Вышли из берегов многие реки, были снесены многочисленные мосты и дамбы, утонуло множество скота, оказались под водой плантации на двух пятых территории острова. Общий ущерб на всех островах, задетых ураганом, исчисляется в 0,5 млрд. долларов. На Гаити погибло 5000 человек; на Кубе, благодаря энергичным мерам правительства по эвакуации населения, жертв было меньше (около 2000 человек), но сотни тысяч остались без крова. По числу смертных случаев «Флора» была вторым ураганом над Антильскими островами за 200 лет.

В конце XIX в. началось основательное изучение тропических циклонов, прежде всего тайфунов Дальнего Востока, на нескольких обсерваториях, созданных в тропической зоне (в особенности в Маниле и Гонконге). Однако долгое время ощущался недостаток информации с открытого моря: корабли не стремились к соприкосновению со страшными вихрями.

Крутой поворот произошел в наше время, когда резко увеличилась сеть станций на тропических островах и появилась возможность неограниченного применения радиосвязи. А в 1943 г. трое американских летчиков, в их числе ныне покойный крупный американский метеоролог Гарри Векслер, впервые отважились влететь внутрь тропического циклона и достичь его загадочного «глаза»; они получили за этот подвиг военные медали. Теперь в США и



Тропический циклон на экране радиолокатора

Японии существуют специальные эскадрильи, ведущие систематическую, повседневную разведку тропических циклонов.

Но и с помощью самолетов непосредственные наблюдения внутри тропических циклонов остаются трудным и сложным делом именно из-за ураганных ветров. В известной мере их заменяет другое современное средство метеорологических исследований — **радиолокация**. Мощные облачные системы тропических циклонов с ливневыми осадками дают характерное радиолокационное эхо за 200 и более километров. Это позволяет определять размеры циклона, изучать особенности его структуры и своевременно предупреждать о его приближении. Сеть специальных станций для радиолокации тропических циклонов раскинулась сейчас в районе Карибского моря и Мексиканского залива, а также на востоке и юге Японии. В результате наши фактические знания о тропических циклонах значительно обогатились, хотя теоретическая их интерпретация еще далеко не завершена.

В последние годы выяснилось, что для изучения и прослеживания тропических циклонов могут применяться и **искусственные спутники Земли**. На фотографиях об-

лачности, сделанных с американских метеорологических спутников, тропические циклоны ясно различимы по характерным облачным системам. Известны случаи, когда благодаря этим фотографиям удавалось заметить циклон (в частности, «Флору») в начальной стадии развития, суток на двое раньше, чем он обнаруживался по наземным наблюдениям.

Радиолокация и метеорологические спутники раскрыли и неизвестные ранее интересные детали макромасштабного распределения облачности в циклонах.

В послевоенные годы тропическим циклонам стали давать женские имена (первому циклону сезона в данном океане имя на А, второму — на В, третьему — на С и т. д.). Это очень удобно. Достаточно сказать, например, «Флора», чтобы сразу возникла целая цепь информационных данных и ассоциаций. Имена повторяются не чаще чем раз в 10 лет, а имена особенно сильных и знаменитых циклонов вообще не повторяются.

* * *

Со словами «ураган» и «циклон» у неспециалистов часто связаны неточные и неясные представления. Ураганом нередко называют всякую сильную бурю, а такие бури различного происхождения бывают и в наших широтах. При прохождении интенсивных внетропических циклонов случается, что сильные, иногда даже штормовые ветры бушуют над большими пространствами моря или суши, как это было, например, летом 1965 г. в Кировской области. Бывает, что ураганные ветры связаны у нас с атмосферными вихрями, очень сильными, но очень малыми по размерам: их называют тромбами и смерчами, а в США — торнадо. Сильнейшие ветры проходят при этом очень узкой полосой, в несколько десятков или сотен метров, сметая на своем пути лес и разрушая здания; но уже в небольшом расстоянии от полосы разрушений все спокойно.

Но **тропические циклоны** (тропические ураганы, тропические штормы) не похожи ни на циклоны умеренных широт, ни на тромбы. Эти исключительно мощные крупномасштабные вихри возникают сравнительно редко и разворачиваются на общем фоне атмосферной циркуляции, гораздо более устойчивой, чем в средних широтах.

При этом их размеры меньше размеров циклонов наших широт, а интенсивность гораздо больше. Таких бурь и осадков во внетропических циклонах не бывает.

Устойчивый режим умеренных по силе, в общем, восточных ветров — **пассатов** — на огромных пространствах тропических океанов создает там и устойчивую погоду. Только сравнительно недавно, когда расширилась наша информация об атмосферных процессах в тропической зоне, мы узнали, что режим циркуляции и погода непрерывно изменяются и в тропиках. Но эти изменения сравнительно мало интенсивны. Они связаны с перемещениями **междутропической зоны конвергенции** (сходимости), где сближаются пассаты двух полушарий; с проникновением в тропики холодных масс воздуха из умеренных широт; наконец, с постоянным развитием в тропиках, в особенности в зоне конвергенции, слабых **депрессий** — областей с несколько пониженным атмосферным давлением.

Междутропическая зона конвергенции вообще обладает пониженным давлением (в более отдаленных от экватора тропических и субтропических широтах давление повышено). Но на этом общем фоне пониженного давления то и дело возникают отдельные области ограниченных размеров, в которых давление еще ниже, хотя и немного. Эти индивидуальные депрессии проявляются лишь слабыми изменениями в распределении давления и ветра без существенного увеличения скорости последнего. Осадки, вообще обильные в зоне конвергенции, в таких депрессиях еще несколько усиливаются. Подобных слабых возмущений появляется несколько сот в течение года. По-видимому, они возникают в тех случаях, когда междутропическая зона конвергенции обостряется и превращается в тропический фронт с особенно резким разрывом в поле ветра. Возмущения эти представляют собой фронтальные волны, более или менее аналогичные циклонам средних широт. Часть возмущений, возможно, развивается также в виде волн внутри пассатного переноса.

Постоянное наличие таких тропических депрессий заставляет по-новому взглянуть и на тропические ураганы. Они выглядят теперь не случайной прихотью природы, почему-то изредка буйствующей на фоне вообще спокойной погоды тропиков. Тро-

пические ураганы возникают именно из слабых депрессий, и отнюдь не всегда, а только при каких-то необходимых для этого дополнительных факторах, нарушающих устойчивость депрессии.

Всего одна десятая часть слабых тропических возмущений развивается до стадии глубоких штормовых циклонов, в которых скорости ветра достигают 35, 50, а подчас и 100 м/сек. Возмущение, превращающееся в тропический циклон или тропический ураган, приобретает при этом новое качество — интенсивность, намного превосходящую циклоны внетропических широт. Важные детали строения тропических циклонов тоже вполне своеобразны.

* * *

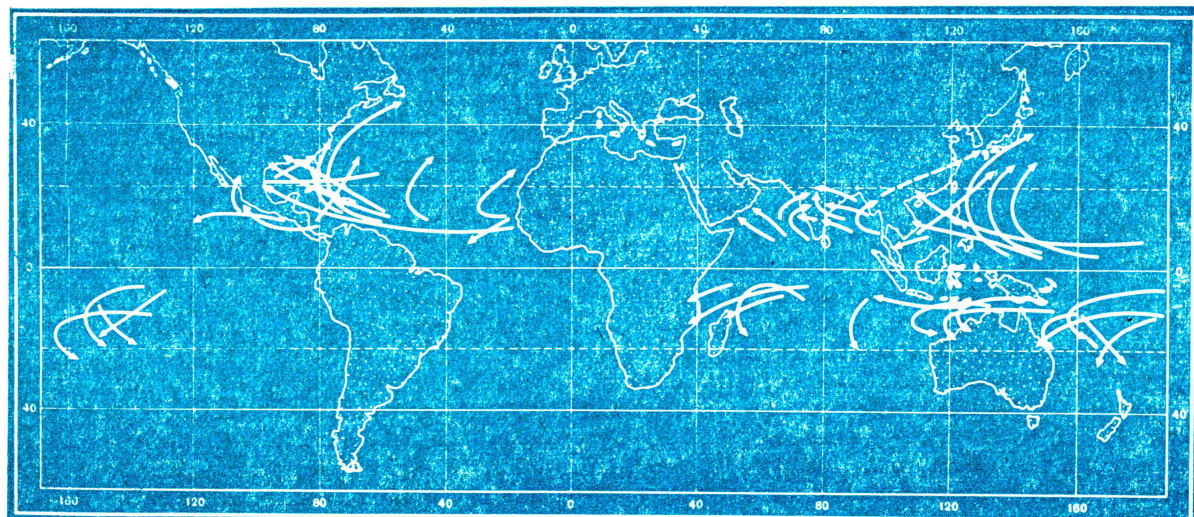
Можно сразу сказать, что для трансформации слабой тропической депрессии в тропический ураган требуется не часто встречающееся сочетание каких-то условий. Ураганы возникают не повсюду. Как общее правило, они развиваются только над океанами. При этом в южном Атлантическом океане и на востоке южного Тихого океана тропических циклонов не бывает. Это связано, во-первых, с положением междутропической зоны конвергенции: чем дальше она от экватора, тем вероятнее развитие циклона. Но в данных частях океанов

зона конвергенции очень редко и недалеко проникает в южное полушарие. Во-вторых, развитие циклонов связано с температурным режимом океанических вод. Они развиваются лишь над наиболее теплыми зонами, с поверхностной температурой не ниже 27° . Однако в указанных частях океанов температура воды, как правило, ниже. По этим причинам максимум тропических циклонов приходится на лето и осень каждого полушария, а над южной Атлантикой и над востоком южного Тихого океана образование циклонов вообще исключено.

Широты, в которых возникают тропические циклоны, — от 8 до 15° в каждом полушарии; в отдельных случаях циклонообразование наблюдалось и в 4° от экватора, а в одном единственном случае — в 2° . В этом легко видеть влияние отклоняющей силы, обусловленной вращением Земли (силы Кориолиса), на процесс циклонообразования: на экваторе она, как известно, равна нулю, и очень мала вблизи экватора, что не позволяет ей перевесить силу барического градиента и привести к выбрасыванию воздуха из области возникшей депрессии и к ее дальнейшему углублению.

В западных частях океанов тропические циклоны развиваются чаще, чем в восточных. Здесь сказывается, с одной стороны, то обстоятельство, что междутропическая зона конвергенции в западных частях океанов чаще оказывается на большем расстоянии от экватора; с другой стороны, там бо-

Основные районы возникновения и пути тропических циклонов



лее высокие температуры воды океанов. Может быть, следует учесть и то, что в западных частях океанов в тропики чаще вторгаются холодные воздушные массы из умеренных широт; приближение этих масс к тропическому фронту может усилить процесс развития циклона.

К областям наиболее частого образования тропических ураганов принадлежит прежде всего Тихий океан в районе Филиппинских островов от Южно-Китайского моря на западе и примерно до Марианских островов на востоке. Это очаг знаменитых дальневосточных **тайфунов**, как называют здесь тропические циклоны. По новым данным здесь за год наблюдается в среднем 28 вихрей со штормовыми и ураганными ветрами, больше, чем где бы то ни было еще на земном шаре. В отдельные годы, как в 1940-м, насчитывалось до 49 тайфунов. В более чем половине случаев ветры в тайфунах достигают силы урагана, т. е. 35 м/сек и более; в остальных случаях ветры имеют штормовые скорости 20—35 м/сек.

В северной Атлантике, от Карибского моря до островов Зеленого мыса, наблюдается в среднем 10 тропических циклонов в год. Иногда их число снижается до двух-трех, но в 1933 г. был даже 21 циклон. Особенно часты и сильны они в западной части океана — в районе Антильских островов и вблизи берегов Америки.

В среднем 10—12 циклонов в год развиваются в северном Индийском океане: преимущественно в Бенгальском заливе и изредка в Аравийском море. Пять-шесть циклонов, притом не очень сильных (редко с ураганными ветрами), наблюдаются на востоке северного Тихого океана, к западу от Мексики. В южном Индийском океане (к северо-востоку от Мадагаскара) и к югу от Индонезии их среднее годовое число около семи. В южном Тихом океане — к востоку от Новой Гвинеи до островов Самоа — число циклонов (редко достигающих ураганной силы) еще недостаточно известно. Таким образом, в среднем за год возникает не менее 70, а то и 80 тропических циклонов со штормовыми и ураганными ветрами. В отдельные годы это число может сильно колебаться. Сопоставления числа циклонов с величиной солнечной активности пока не привели ни к каким определенным выводам. Несколько циклонов в год бывают

сверхмощными, с очень большим падением давления в центре и с особенно сильными ветрами.

* * *

Мы говорили о районах возникновения циклонов. Но тропический циклон не остается на месте. Он перемещается с запада на восток со скоростью в 10—20 км/час. Скорость эта мала, поэтому на современном корабле от циклона легко уйти; можно много раз облететь его на самолете. На синоптической карте этот густой клубок изобар на малоградиентном барическом фоне медленно ползет, как улитка, перемещаясь за сутки всего на несколько сот километров. Это облегчает проследивание циклонов и прогноз их приближения.

Скорость поступательного движения циклона в целом не нужно смешивать с ураганными скоростями ветра в нем. Выражения типа «тайфун пронесся», «налетел», «промчался», обычные для широкой печати, могут создавать превратное представление о скорости самого вихря. В действительности же вихрь перемещается медленно, а при переходе в умеренные широты может даже подолгу задерживаться в одном месте; от этого, как мы видели на примере «Флоры», приносимый им вред увеличивается.

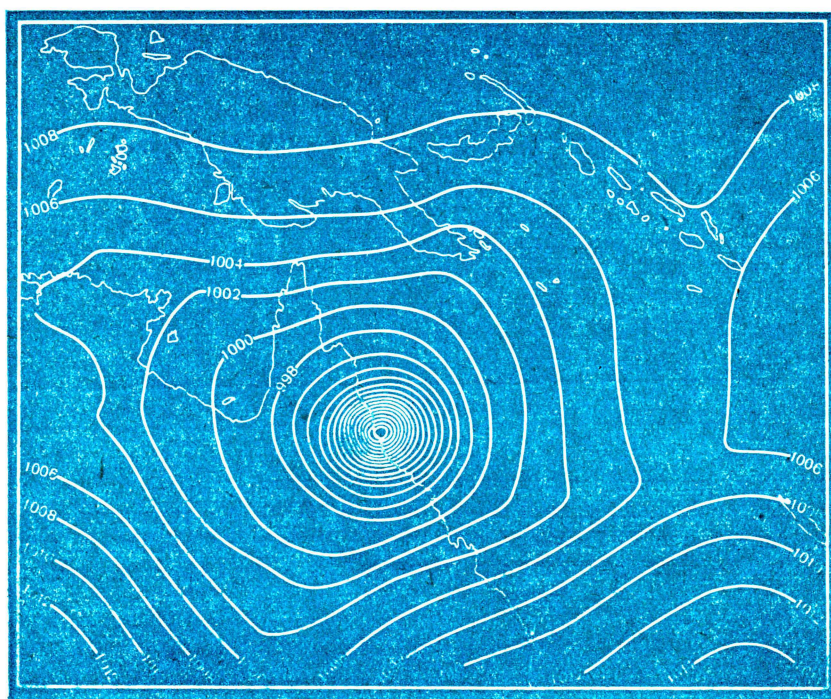
Так как циклон существует одну-две недели, он может за это время переместиться на значительное расстояние. При этом, двигаясь в общем направлении переноса воздуха в тропиках — с востока на запад, он уклоняется к высоким широтам, огибая с запада субтропический антициклон над океаном. Достигнув широт в 20—30°, циклон меняет направление: основная составляющая его скорости теперь будет направлена уже не к западу, а к востоку; циклон выходит за пределы тропиков и включается в общий западный перенос средних широт. Траектория циклона, таким образом, похожа на параболу с вершиной, обращенной к западу. В вершине, в точке поворота, циклон, как уже говорилось, может задерживаться, как бы петляя около одного места, как это случилось с «Флорой».

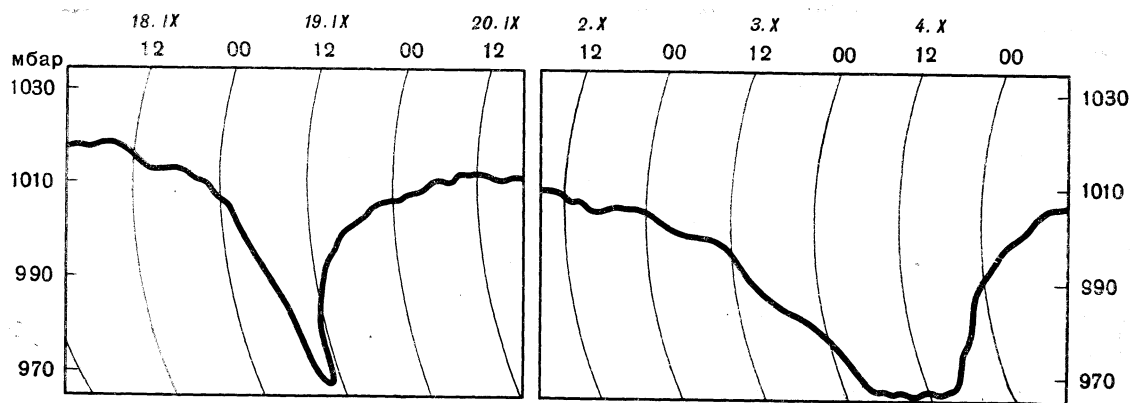
Если, однако, циклон попадает на материк (в Китае, Индии, Северной Америке) раньше, чем достигнет таких достаточно высоких широт, он быстро затухает над сушей. Поворота в таких случаях не происходит.

В отдельных случаях траектории циклонов могут значительно отклоняться от этой общей схемы. По второй ветви своего пути, во внетропических широтах, циклоны иногда достигают таких высокоширотных районов, как Исландия, Камчатка, Аляска. Так, «Нэнси» в сентябре 1961 г. дошла через Сахалин до Охотского и Берингова морей. Но интенсивность циклонов на этой второй ветви пути значительно ослабевает. По большей части лишь увеличение осадков позволяет видеть, что мы имеем дело не с обычным внетропическим циклоном, а с прежним тропическим ураганом.

Оставаясь в тропиках, дальневосточные тайфуны могут захватывать прибрежные районы Китая. Выходя в субтропические и средние широты, они особенно часто идут через южную Японию. Южные Японские острова оказываются на столбовой дорожке тайфунов почти сразу после их поворота к северо-востоку. В среднем четыре тайфуна в год свирепствуют над Японскими островами. На территорию советского Дальнего Востока тайфуны заходят очень редко; но, проходя по Японскому морю, они могут задевать Сахалин и иногда влиять на погоду в Приморье.

В США каждый год проникают три-четыре циклона из Карибского моря. В других случаях циклоны движутся на северо-восток вдоль атлантического побережья США; наводнения, вызываемые проходящими по океану тропическими циклонами, случались даже в Нью-Йорке. Циклоны, возникающие к западу от Мексики, изредка проникают в Калифорнию. Циклоны Бенгальского залива приносят большие беды в восточную Индию. Циклоны южного Индийского океана нередко задевают Мадагаскар: несколько лет назад три тропических циклона подряд опустошали остров.





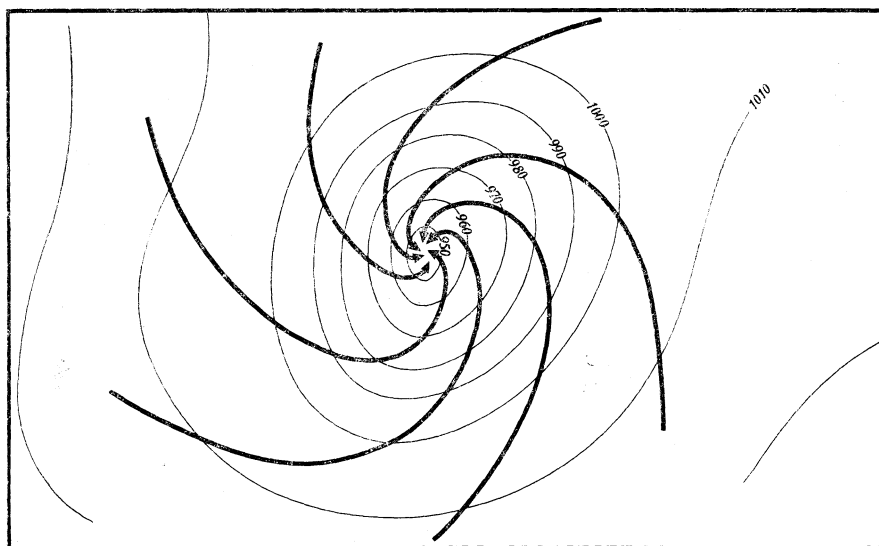
Изменения давления при прохождении тропического циклона. Слева: Нью-Орлеан 18—20 сентября 1947 г. Справа: Окинава 2—5 октября 1949 г. Во втором случае ураган длительно задерживался над островом

ризональные градиенты давления, в десятки миллибар на 100 км. В циклонах наших широт градиент в 5 мбар на 100 км приходится считать уже сильным; он создает скорости ветра в свободной атмосфере 25—30 м/сек, а у поверхности моря 15—20 м/сек. Немудрено, что в тропических циклонах скорости ветра у земной поверхности могут превышать не только 50, но и

100 м/сек, во всяком случае, в небольших интервалах времени.

Ветер в тропических циклонах как и в циклонах наших широт вращается согласно **барическому закону** ветра — против часовой стрелки в северном и по часовой стрелке в южном полушарии. В нижних слоях скорости имеют составляющую (притом значительную), направленную внутрь циклона; поэтому линии тока у земной поверхности спиралеобразные и конвергируют к центру вихря. Такая картина воздушных течений — результат сочетания силы барического градиента с силами инерции (кориолисовой и центробежной) и трения.

При огромных скоростях ветра и малых



Изобары и линии тока в тропическом циклоне северного полушария



Фотография тропического циклона, полученная с метеорологического спутника

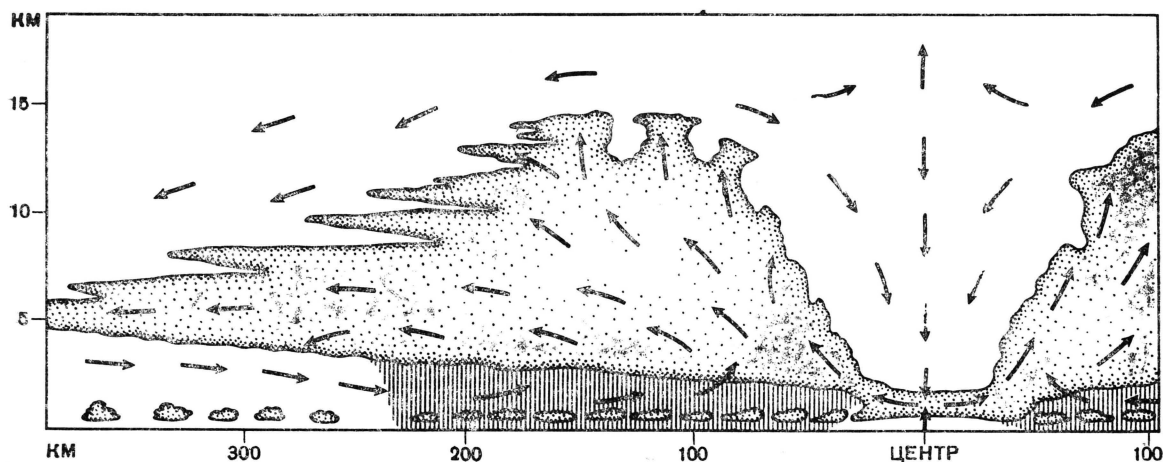
размерах циклона сходимость воздуха в нижних слоях циклона сопровождается мощным **восходящим движением**. Это легко видеть по облачности тропического циклона: она представляет собою как бы одно гигантское грозовое облако над всей площадью циклона с огромным количеством выпадающих осадков. Правда, наблюдения со спутников обнаруживают в

этой системе спиралеобразную структуру: полосы мощных облаков, сходящиеся к центру циклона, чередуются с уменьшенной облачностью, особенно на периферии циклона. Те же особенности, естественно, проявляются и в осадках. Это говорит о том, что в поле ветра в циклоне помимо общей сходимости к центру имеются линии сходимости, вдоль которых облакообразование выражено особенно сильно.

Много раньше стала известной другая замечательная деталь в облачности тропического циклона. В самом его центре, в знаменитом **глазе бури**, диаметром в несколько десятков километров, облачность рассеивается или утончается так, что иногда видно голубое небо. Глаз со всех сторон окружен круто поднимающимся гигантским облачным амфитеатром высотой более 10 км. Под малооблачным небом глаза, при относительном затишье в атмосфере, разъяренный океан беспорядочно бушует, как кипящий котел; у судна, попавшего в глаз бури, мало шансов выбраться благополучно. Американские летчики однажды видели в глазе бури обреченное судно с людьми на палубе, метавшееся по волнам под голубым небом.

Температура воздуха в тропическом циклоне в общем повышена в связи с боль-

Облачность тропического циклона в вертикальном разрезе. В правой части — глаз бури. Стрелками указаны движения воздуха



шим выделением тепла конденсации. В глазе бури она еще выше, иногда градусов на десять в средней тропосфере. Следует приписать это, как и соответствующее уменьшение облачности, адиабатическому эффекту при нисходящем движении воздуха. Но еще нет теоретического объяснения этой сложной кинематической схемы: с бурным восходящим движением почти во всей области циклона и нисходящим движением в его центральной части. В циклонах умеренных широт глаз бури не наблюдается.

* * *

Сильные ветры и огромные количества осадков (сотни миллиметров в каждом месте, лежащем на пути циклона) — вот первые причины опустошений и бедствий, создаваемых тропическими циклонами на суше. Был случай, когда в тайфуне на Филиппинах за одни-два суток выпало 2500 мм осадков — столько, сколько там выпадает в среднем за целый год, и в четыре раза больше, чем выпадает за год в Москве. По подсчетам китайских метеорологов, в общую сумму осадков, выпадающих в южном Китае, осадки тайфунов дают до 35 %.

Ураганные ветры циклона могут сметать целые селения и города, уничтожать леса и посевы; осадки способны создавать на суше наводнения. Но еще более страшное явление — нагон ураганными ветрами морской воды на берега.

Ветры в циклоне наиболее сильны в его правой части по направлению движения, там, где восточное направление циклонического ветра совпадает с общим переносом воздуха в тропиках. Поэтому под действием ветра в океане создается сильное поверхностное течение, идущее в том же направлении, что и сам циклон. В открытом море подъем воды незначителен. Но если циклон попадает в полузакрытый бассейн, как Бенгальский или Мексиканский залив, то нагон воды на низменные побережья может быть очень велик, особенно, если циклон пересекает береговую линию. Может случиться, что максимальная высота этого **штормового прилива** совпадает по времени с обычным гравитационным приливом; тогда общий эффект подъема воды может быть исключительным. 7 октября 1737 г. 12-метровая волна, нахлынувшая на берег в устье Ганга, отступая, унесла с собою 300 000 человек.

Это число кажется невероятным. Но уже в XIX в., когда информация стала надежной, 31 октября — 1 ноября 1876 г. 14-метровая приливная волна в устье Ганга смыла 100 000 человек; еще 100 000 погибли от холеры. Штормовой прилив при циклоне 8 сентября 1900 г. до основания разрушил город Гальвестон в Техасе и унес 6000 жертв, а в сентябре 1926 г. таким же образом был опустошен курортный центр Флориды — Майами. Тайфун «Вера» в 1959 г. оставил без крова 1,6 млн. жителей Японии. В июне 1963 г. в восточном Пакистане погибло несколько тысяч человек и потеряло кров около миллиона. Все это только отдельные случаи. Печальный список жертв тропических ураганов велик и пополняется каждый год.

На море циклон с его ураганными ветрами вызывает сильное волнение; ветровые волны достигают в высоту 15 м. При этом скорость их распространения может приближаться к 1500—2000 км в сутки, в три раза больше, чем скорость перемещения самого циклона. Волны, образовавшиеся в правой части циклона, где ветер в течение длительного времени мало меняет направление, движутся туда же, куда и циклон. Как длинная зыбь они могут быть замечены на расстоянии 2000 км и более от центра циклона. Таким образом, волнение, создаваемое циклоном, распространяется на значительно большую площадь, чем сам циклон, опережает его и может служить предвестником его приближения. Огромные волны, вызванные ураганом, вызывают вибрации дна океана и отмечаются сейсмографами на больших расстояниях в виде микросейсм с периодом в несколько секунд.

* * *

Самое главное в проблеме тропических циклонов это, конечно, объяснение: почему и как происходит превращение безобидной тропической депрессии в ураган, какое сочетание условий необходимо для этого сравнительно редкого процесса?

В начальной стадии развития циклона, в стадии формирования, слабая тропическая депрессия постепенно и медленно углубляется в течение нескольких дней; давление в ее центре несколько падает, а ветры усиливаются, но отнюдь не до штормовых скоростей. На этой стадии процесс может пре-



Разрушения в г. Уотербари (США) после прохождения урагана «Диана» в 1955 г.

кратиться. Но может произойти и так, что циклон затем за короткое время, около суток или меньше, углубляется очень резко и сильно, взрывообразно. Давление быстро падает значительно ниже 1000 мбар, а ветры во внутренней части вихря получают штормовые и ураганные скорости. Затем эти ветры распространяются от центра циклона на площадь в сотни километров диаметром. Циклон достигает максимального развития и в этой стадии может оставаться еще несколько дней, пока не попадет на материк, где быстро затухнет, или пока не выйдет из тропических широт, что приведет к его постепенному ослаблению.

Бурное развитие циклона, очевидно, связано с чрезвычайно сильным выбрасыванием воздуха из области циклона: ведь низкое давление именно результат дефицита воздуха. Такое выбрасывание не может происходить в нижних слоях атмосферы; на-

против, здесь воздух втекает внутрь циклона вследствие конвергенции линий тока, связанной с трением, а это может привести только к росту давления в циклоне, т. е. к его заполнению. Если тем не менее циклон углубляется, то это значит, что нижний приток воздуха в циклон сначала перекрывается, а потом уравнивается выбрасыванием воздуха из циклона в более высоких слоях — в верхней части тропосферы и даже в стратосфере. Циклонический характер движения воздуха в ураганах (против часовой стрелки в северном полушарии) обнаруживается до высот в 10—15 км, но вытекание воздуха происходит и в более высоких слоях, где воздушные течения имеют антициклональную кривизну.

Сильный приток воздуха внизу и вытекание его сверху, такое же или еще большее, должны быть связаны с мощным подъемом масс воздуха в области циклона. Весь воздух, вовлекаемый в циклон, поднимается вверх как один гигантский восходящий ток; только в небольшой внутренней

части, в глазе бури, наблюдается, как было указано, нисходящее движение. Подъем воздуха представляется необходимым условием развития циклона: он усиливает и поддерживает циклоническую циркуляцию.

Кинетическая энергия циклона создается в основном за счет так называемой **энергии неустойчивости** очень теплых и влажных воздушных масс, вовлекаемых в циклон. Непрерывно пополняемый снизу столб воздуха в циклоне под действием архимедовых сил восходит вверх среди холодного окружающего воздуха. Положительная разность температур между воздухом циклона и окружающей атмосферой поддерживается и усиливается выделением скрытого тепла при процессах конденсации в восходящем воздухе. Именно из этого источника черпается большая часть энергии циклона.

И все же остается не до конца ясным главный вопрос — о способе, которым природа нажимает на кнопку и приводит в действие весь этот механизм, о первом импульсе к возникновению мощного подъема воздуха сразу и в короткое время над весьма значительной акваторией. Из опыта известно, что это возможно именно лишь над акваторией. Над сушей нет такого механизма восходящего движения; даже при сильной неустойчивости стратификации воздух поднимается здесь в виде множества отдельных восходящих токов конвекции, перемежающихся нисходящими движениями, также ограниченными, по пространственному масштабу. В результате получается множество отдельных более или менее обособленных и ограниченных по размерам кучевых и грозовых облаков; энергия неустойчивости разменивается по мелочам.

Как правило, также бывает и над морем. Но над однородно нагретой поверхностью тропических океанов могут, очевидно, создаваться и такие условия, в которых отдельные токи конвекции объединяются в почти сплошной мощный подъем нагретого воздуха на большой площади тропической депрессии.

Среди этих условий есть особенно высокая начальная температура моря и воздуха, о чем было сказано выше. Но этого недостаточно для пуска, для развязывания действия всего механизма, притом в таком бурном темпе. Нужно еще, по-видимому, предварительное накопление больших запасов энергии неустойчивости в нижнем слое атмосферы под пассатной инверсией. После «пуска» эти запасы освобождаются в короткое время, но одновременно вступает в силу конденсация, увеличивающая выделяемую энергию. Самый же пуск может быть внезапным прорывом пассатной инверсии неустойчиво стратифицированным воздухом, накапливающимся под влиянием конвергенции в нижних слоях депрессии. Новейшие исследования показывают также, что необходима и предварительная подготовка в высоких слоях атмосферы, именно наличие там такого поля скоростей, которое обуславливало бы значительную **дивергенцию** (расходимость) течений. Последняя, налагаясь на конвергенцию в нижних слоях, создает условия для мощного и быстрого развития восходящего дви-

жения. В деталях всего этого механизма есть еще много неясного. Но современное развитие техники аэрологических исследований обещает нам, может быть в ближайшем будущем, превратить гипотезы и догадки в точные ответы.

* * *

Мы сказали, что выделение скрытой теплоты — важнейший источник энергии тропического циклона. При этом подсчеты показывают, что не вся выделяющаяся теплота переходит в энергию движения, а может быть, всего 15—20%. Большая часть ее рассеивается в верхних слоях атмосферы, где восходящий воздух перемешивается с окружающими воздушными массами. Но даже и при этом кинетическая энергия урагана огромна. Ведь массы воздуха, втянутые в него, движутся с очень большими скоростями, а мы знаем, что получается на Земле, когда даже небольшая часть этой энергии ветра действует на земные объекты. В эргах кинетическая энергия тропического циклона определяется, по крайней мере, единицей с 25 нулями.

Иногда задают вопрос: не приближается ли энергия атомных взрывов к энергии тропических ураганов? Нет. Нужно было бы взорвать тысячи водородных бомб, чтобы получить ту энергию, какая выделяется в одном тропическом урагане. Конечно, взрыв водородной бомбы производит сильнейшее механическое действие на ограниченной территории из-за своей **огромной мощности**; ведь выделение энергии здесь происходит в доли секунды. Но в тропическом циклоне мы имеем ураганные скорости ветра и, следовательно, огромное количество кинетической энергии над большой территорией **в течение нескольких или многих дней подряд**. Если бы мы хотели создать и поддерживать облачность тропического урагана, т. е. нужные для этого восходящие движения воздуха, понадобилась бы работа нескольких сот крупных гидроэлектрических станций.

Остается сказать спасибо природе, что тропические циклоны почти всю жизнь проводят над океаном, а не над сушей. Даже и то небольшое в планетарном масштабе исключение, какое представляют их заходы на материк, дорого обходится человечеству.

Отмечая пятидесятилетие общей теории относительности, мы помещаем статью профессора Б. Г. Кузнецова, в которой рассказывается, об истории применения этой теории к исследованию эволюции всей известной части Вселенной.

К 50-ЛЕТИЮ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Б. Г. КУЗНЕЦОВ,
профессор

В культурной истории человечества мы встречаем моменты, когда наука сразу переходит на новую ступень не потому, что она открывает до того неизвестные факты, а потому, что на основе длительного накопления фактов коренным образом меняются исходные методы и понятия, рождается новое представление о мироздании, изменяются самые привычные и, казалось бы, очевидные представления. Таким моментом было появление в античной науке представления о сферической Земле — оно релятивировало направления в мировом пространстве, сделало его изотропным, покончило с абсолютным «низом» и абсолютным «верхом», устранив тем самым образ антиподов, падающих с Земли «вниз», — главный аргумент против мысли о сферической форме нашей планеты. Таким моментом было появление гелиоцентризма. Оно подорвало доверие к эмпирической очевидности движущегося по небосводу Солнца, сделало пространство однородным, лишив его абсолютного центра и абсолютной привилегированной системы отсчета — остатков антропоморфного взгляда на мир. Таким моментом было появление неевклидовой геометрии, в которой, вопреки «очевидности», сумма углов треугольника не равна двум прямым углам, а больше или меньше их, где через точку, взятую вне прямой, можно провести не одну параллельную ей прямую, а множество не пересекающихся с ней прямых, или же ни одной подобной прямой.

Таким моментом было и появление специальной теории относительности — утверждения о неизменной, одной и той же, скоро-



Альберт Эйнштейн

сти света во всех системах отсчета, движущихся без ускорения одна по отношению к другой, о предельном характере этой скорости (ни один физический объект не может двигаться быстрее), о зависимости массы тела от его скорости и о массе покоя как величине, пропорциональной внутренней энергии тела.

Одним из наиболее радикальных преобразований исходных понятий и методов науки была общая теория относительности, сформулированная Эйнштейном в сравнительно законченной форме в 1916 г. Общая теория относительности не стала такой бесспорной системой, какой является специальная теория относительности или квантовая механика. Она не нашла такого внушительного числа применений и экспериментальных подтверждений. И все же общая теория относительности оказалась не менее важным, чем указанные теории, революционным поворотом в науке, и год ее появления навсегда останется одной из поворотных вех на пути человеческой мысли.

Появившаяся в 1916 г. статья Эйнштейна «Основы общей теории относительности» была итогом многолетних попыток ее автора распространить принцип относительности на ускоренные движения. Движения без ускорения относительны: в системе, движущейся равномерно и прямолинейно, не происходит никаких внутренних физических процессов, которые позволили бы зарегистрировать ее движение. Но ускоренное движение обладает внутренним, абсолютным критерием; в системе, движущейся с ускорением, возникают силы инерции, которые отсутствуют в системе, движущейся без ускорения. Таким образом, ускоренное движение имеет абсолютный характер. Ньютон в «Математических началах натуральной философии» иллюстрировал это обстоятельство примером вращающегося ведра, в котором центробежные силы заставляют воду подняться у краев. Если бы мир вращался вокруг ведра, всда бы не поднималась у его стенок. Также человек в поезде (такого примера Ньютон, естественно, не мог привести) не почувствовал бы толчка, если бы не поезд приобрел ускорение, а Земля двигалась с ускорением по отношению к неподвижному или равномерно идущему поезду. Эйнштейн справился с этим затруднением, указав на эквивалентность сил инерции и сил тяготения.

Мы можем приписать одни и те же эффекты либо действию сил тяготения в системе, покоящейся или движущейся равномерно и прямолинейно, либо действию сил инерции в системе, движущейся с ускорением, но не испытывающей действия сил тяготения. Таким образом, исчезает абсолютный критерий, отличающий ускоренное движение от покоя и позволяющий зарегистрировать абсолютное

движение по ходу внутренних процессов в ускоренно движущейся системе. Чтобы распространить сделанный вывод на большие области, Эйнштейн ввел понятие искривленного пространства-времени. Представить себе кривизну линии или поверхности легко, кривизну трехмерного пространства и тем более четырехмерного пространства-времени — трудно. Но речь идет о сравнительно простой вещи: в искривленном пространстве изменяются геометрические соотношения.

Рассмотрим для примера искривленную поверхность — двумерное пространство. Сумма углов треугольника на поверхности сферы больше суммы двух прямых углов; на этой поверхности можно опустить из одной точки (полюса) множество перпендикуляров на одну и ту же линию (экватор); вообще искривление двумерного пространства дает неевклидовы геометрические соотношения. Представим себе, что и четырехмерные мировые линии приобретают неевклидовы соотношения. Это можно считать наглядно непредставимым искривлением четырехмерного пространства-времени.

Эйнштейн отождествил такие искривления пространства-времени с гравитационными полями. Кроме того, в 1917 г. он приписал пространству (не пространству-времени, а только пространству), общую кривизну, положив тем самым начало наиболее важному применению общей теории относительности — новой космологии. В космологии Эйнштейна пространство-время аналогично цилиндру — поверхность цилиндра обладает кривизной в одном измерении и не обладает кривизной в другом. Аналогичным образом пространство-время в целом обладает кривизной в пространственных измерениях и не обладает такой же кривизной, когда речь идет о четвертом измерении, о времени. Пространство неограниченно, нельзя себе представить какую-то окружающую его границу. Но каждая траектория тела, каждый реальный прообраз линии в мировом пространстве, обладает кривизной, общей для всего пространства и поэтому нельзя представить себе существование бесконечной траектории физического объекта; пространство в этом смысле конечно.

Идея неограниченного, но конечного мира была колоссальным по своему историческому значению изменением и обобщением понятий конечности и бесконечности. Она придала

этим понятиям новый смысл, причем физический смысл. Нужно отметить, что Эйнштейн считал исходные понятия физически содержательными, если из них могут быть сделаны выводы, сопоставимые с наблюдением и экспериментом. Понятие конечного пространства, выражающее его метрические свойства, в отличие от физически непредставимого понятия ограниченного пространства, является физически содержательным. Представим себе движение тела, не испытывающего существенных воздействий со стороны локальных полей. Оно будет двигаться по геодезической линии, соответствующей общей кривизне пространства. Если эта кривизна имеет постоянное и положительное значение во всей Метагалактике, траектория тела будет замкнутой. Таким же образом, опоясывая Метагалактику, будет распространяться световой луч. В этом случае не исключено получение двух изображений с двух противоположных сторон, причем это будут изображения одного и того же объекта, одной и той же звезды, доставленные двумя лучами, огибающими мир по замкнутой кривой. Как бы не были далеки подобные рассуждения от современных возможностей наблюдения (и, как мы увидим дальше, вообще от действительности), они иллюстрируют принципиальную возможность эмпирической проверки утверждения о кривизне пространства, иначе говоря, физическую содержательность этого понятия.

Гипотеза цилиндрического мира не могла, однако, без дополнительных допущений привести к находящейся в равновесии модели мироздания.

В статье Эйнштейна «Вопросы космологии и общая теория относительности» (1917 г.) идея общей кривизны пространства гический константе, о некоторой постоянной гической константе, о некоторой постоянной величине, незаметной в межпланетных масштабах, но существенной при космических расстояниях. Иначе не могло быть объяснено равновесие мироздания, не могла быть получена статическая модель Вселенной. Указанную величину — космологическую константу Эйнштейн ввел в уравнения гравитационного поля. Иначе говоря, он предположил существование космических сил отталкивания, уравновешивающих тяготение и обеспечивающих статический, независимый от времени характер Вселенной.

В том же 1917 году, после появления

статьи Эйнштейна «Вопросы космологии и общая теория относительности», де Ситтер нашел решение эйнштейновских уравнений гравитационного поля (также с космологической константой) для Вселенной, в которой нет вещества. Это решение не зависело от времени, пока допускалась пустая Вселенная, а когда учитывались массы, решение переставало быть статическим, возникали как бы отталкивания масс одна от другой и соответственно терялась устойчивость Вселенной. У де Ситтера появилась мысль о нестационарной Вселенной, но эта мысль не реализовалась в какую-либо определенную теорию. Радикальный перелом в развитии релятивистской космологии был связан с фундаментальными открытиями А. А. Фридмана.

А. А. Фридман показал, что уравнения гравитационного поля могут дать решение для модели Вселенной с ненулевой средней плотностью материи без космологического члена, если радиус модели Вселенной возрастает.

Эйнштейн сначала не соглашался с выводами Фридмана, но потом присоединился к ним, отказавшись от статической модели Вселенной. В 20-е годы модель Фридмана получила весьма веские эмпирические подтверждения. Хаббл установил у большинства наблюдаемых туманностей, что спектральные линии смещены к красному концу спектра, причем величина этого красного смещения зависит от удаленности туманности и оказывается тем значительнее, чем дальше от нас туманность. Красное смещение соответствует удалению источника света. Световые волны догоняют Землю и, проходя через спектроскоп, имеют меньшую частоту, чем в том случае, когда источник света не удаляется. Красное смещение в спектрах далеких галактик свидетельствует о разбегании галактик. Причем звезды, входящие в нашу Галактику, не отдаляются с течением времени одна от другой. Разбегаются галактики и скопления — увеличивается радиус Метагалактики, т. е. всей известной нам части Вселенной. Будущее Метагалактики зависит от значений средней плотности вещества в ней. Если плотность меньше некоторой критической величины 10^{-29} г/см^3 , тяготение не сможет остановить расширение Метагалактики и это расширение будет продолжаться, замедляясь, но не сменяясь сжатием. Если же средняя плотность больше критического

значения, тяготение достаточно велико, чтобы расширение сменилось сжатием, красное смещение — фиолетовым и чтобы Метагалактика вернулась к «бесконечно малым» размерам и «бесконечно большой плотности».

Нестационарная модель Вселенной позволила Эйнштейну отказаться от космологической постоянной в уравнениях гравитационного поля при их применении ко Вселенной в целом. К тому времени, когда появилась работа Фридмана, идея космологической постоянной и сверхгравитационного отталкивания была уже в значительной мере поколеблена. Выводы де Ситтера показали, что космологическая постоянная может фигурировать в уравнениях для модели Вселенной с нулевой средней плотностью вещества и, таким образом, не связана однозначно с однородной моделью и с постулатом конечной плотности вещества. Они согласуются с «пустой» (т. е. с нулевой средней плотностью вещества) моделью Вселенной, если эта модель нестационарна. Когда расчеты Фридмана и последующие наблюдения Хаббла сделали весьма вероятной нестационарную модель Вселенной, Эйнштейн отказался от идеи космологической постоянной. Впоследствии, в 1945 г. Эйнштейн писал:

«Если бы хаббловское расширение было открыто во время создания общей теории относительности, космологический член никогда бы не был введен. Его введение в уравнение поля сейчас кажется столь необоснованным потому, что исчезло его единственное оправдание, состоявшее в том, что с его помощью получалось естественное решение космологической проблемы»*.

Нужно, однако, отметить, что космологическая постоянная и космологический член в уравнениях поля не сразу исчезли и даже сейчас фигурируют в некоторых космологических концепциях. Одно время казалось, что космологический член в уравнениях необходим для увеличения сроков существования Метагалактики. Формулы теории без дополнительного члена дают по сравнению с наблюдениями очень быстрые темпы расширения в прошлом. Мы вынуждены признать, что Метагалактика расширилась от некоторого первоначального состояния до нынеш-

него в течение меньшего времени, чем время расширения, вычисленное для небесных тел другими путями, например на основе определения времени радиоактивного распада в метеоритах. В 50-е годы это основание для введения космологического члена в уравнения Эйнштейна пошатнулось. Нынешние расстояния между скоплениями галактик оказались большими, чем это думали раньше; время существования Метагалактики соответственно получается большим и оно согласуется с величинами, вычисленными иным методом.

В современной космологии существует весьма фундаментальная тенденция — *физическая* расшифровка понятий, которые появились первоначально в качестве физических псевдонимов математических абстракций. Эта тенденция глубоко эйнштейновская по своему духу.

Эйнштейн придавал физическую содержательность понятиям конечности и бесконечности. Понятия конечности и бесконечности уже не могут применяться в качестве априорных определений. Они зависят от плотности вещества и скорости его движения, т. е. от свойств материи. Можно представить себе бесконечное пространство, включенное в конечное, можно говорить о пространстве, которое будет конечным в одной системе координат и бесконечным в другой.

Концепция Фридмана связана с существованием «горизонта» — максимального расстояния, позволяющего наблюдать далекие звезды. Если звезда находится дальше такого расстояния, «за горизонтом», то ее свет, даже начав путешествие в момент начала расширения, не успеет до нас дойти. Такой смысл и имеет в данном случае слово «горизонт». Мы не можем получить световой сигнал от звезды, если он идет к нам в течение времени, превышающего время расширения. Таким образом, сигнал ограничен не только по скорости, но и по расстоянию. Этот вывод относится и к конечной и к бесконечной модели Вселенной: если последняя расширяется неограниченно, все равно в каждый момент существует свойственное этому моменту (зависящее от срока расширения Вселенной) максимальное расстояние, на котором можно наблюдать звезды.

Уже говорилось, что замкнутость эйнштейновской модели Вселенной имеет физический смысл и приводит к принципиально наблюдаемым результатам, например к на-

* А. Эйнштейн. «Сущность теории относительности», Москва, 1955, стр. 113.

блюдению одной и той же звезды с двух противоположных сторон: ее лучи противоположного направления, обладая конечным радиусом кривизны, должны встретиться в точке наблюдения. Однако расширяющаяся Вселенная не дает такой возможности: время, необходимое свету, чтобы «обогнуть» Вселенную, больше времени, прошедшего от начала расширения. Такой довольно абстрактный образ проверки утверждений о замкнутости или бесконечности мира исчезает. Вместо него появляется гораздо более реальный критерий: свойства мира как целого зависят от средней плотности и скорости расширения, т. е. от наблюдаемых величин.

Основные проблемы релятивистской космологии — однородность или неоднородность мира, его конечность (но при этом безграничность!) или бесконечность, его расширение, сжатие, пульсация или статичность — стали сейчас проблемами физического анализа в собственном смысле. Но физические аргументы — данные о спектрах и дислокации различных источников излучения, о плотности вещества и т. д. — недостаточны для однозначного решения наметившихся проблем. Положение в релятивистской космологии несколько напоминает отложенную шахматную партию. Первый ход был сделан в 1917 г. Эйнштейном. Второй в 1922 г. — Фридманом. После этого появилось много вариантов, но партия отложена. Разработка вариантов идет весьма интенсивно. Каждый вариант расширяющейся конечной или бесконечной модели Вселенной разрабатывается в том или ином направлении в зависимости от постулируемых дополнительных условий.

Когда же будет сделан следующий ход — соответствующий одному из разработанных вариантов, или же не соответствующий ни одному? Можно предположить, что этот шаг

будет результатом новых астрономических открытий. Человечество располагает сейчас возможностью не только наземного наблюдения галактик, звезд, квазизвезд и потоков элементарных частиц, летящих к Земле из Вселенной. Оно располагает астрофизическими приборами на космических кораблях и искусственных спутниках Земли. Здесь напрашивается следующая историческая аналогия и следующий прогноз по отношению к научным результатам космических путешествий.

В начале XVII в. телескоп позволил рассмотреть поверхность Луны, фазы Венеры и сделать ряд открытий, которые Галилей считал прямым подтверждением гелиоцентризма. Телескоп действительно подтвердил идеи Коперника и Бруно. Вместе с тем он позволил открыть дискретную природу Млечного Пути и это было первым звеном в изучении Галактики в целом.

В течение XVII—XVIII вв. телескоп позволил разработать стройную и однозначную схему мироздания. Мир предстал как совокупность дискретных тел, поведение которых зависит от гравитационных полей, от мгновенного распределения масс в мировом пространстве.

Сейчас космические рейсы позволили уточнить сведения о Луне и о некоторых планетах солнечной системы. Но, быть может, астрофизические инструменты на спутниках и космических кораблях в сочетании с астрофизическими наблюдениями с поверхности Земли позволят сделать решающий шаг в изучении на сей раз не нашей Галактики, а Метагалактики, изучение которой невозможно без общей теории относительности. Таким образом, 50-летие общей теории относительности, по-видимому, совпадает с моментом, когда эта теория становится исходным пунктом наиболее важных обобщений, охватывающих всю картину мира.



(Начало на стр. 13)

и сотрудник обсерватории Грин Бэнк П. Маггер, работая на этом телескопе, обнаружили радиоиз-

лучение возбужденного водорода на волне 5,99 см (5009 Мгц). Это излучение наблюдалось в туманностях Омега, Ориона и некоторых других скоплениях ионизованного водорода.

Открытие подтвердило предположение советского астронома Н. С. Кардашева о существовании

эмиссии на 5,99 см, высказанное еще в 1959 г. Анализ профиля новой линии водорода поможет обнаружить далекие туманности, оптическое излучение которых поглощается в межзвездной среде.

«Science News Letter», 99, 12, 1965.

ЛУНА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ КОСМОНАВТА

Эта статья была написана до того, как советская автоматическая станция «Луна-9», в феврале 1966 г. совершила свой блистательный полет, закончившийся мягкой посадкой на Луну и передачей на Землю панорамы лунного ландшафта. Результаты, полученные станцией «Луна-9», настолько значительны, что в статью было необходимо внести ряд изменений и дополнений. Эти дополнения выделены в тексте.

Г. А. ЛЕЙКИН,
кандидат физико-математических наук

Сейчас, после полета советской станции «Луна-9», уже никто не сомневается, что в ближайшие несколько лет человек ступит на поверхность Луны. Что ждет его там? Чем будет отличаться обстановка на Луне от привычных человеку земных условий? Что мы можем сказать об этом сегодня, на основании тех сведений о Луне, которыми сейчас располагаем?

Различие масс Земли и Луны — основная причина расхождения многих физических характеристик этих двух небесных тел. Хотя среди спутников других планет Луна и обладает наибольшей по сравнению со своей планетой массой, все же масса Луны составляет лишь 1,25% массы Земли. Радиус Луны равен 1740 км и, следовательно, ускорение силы тяжести 162 см/сек^2 или примерно в 6 раз меньше, чем на Земле. Уже вследствие этого строение лунной атмосферы должно было бы качественно отличаться от земной. Необходимо также учесть, что температура на поверхности Луны в месте, где Солнце находится в зените, превышает 100°C . При такой температуре средняя тепловая скорость атомов, на которые распадаются молекулы кислорода, азота, водяного пара, углекислого газа, близка к 1 км/сек. Значит, эти газы должны довольно быстро улетучиваться с поверхности Луны. Другое дело инертные газы. Молекулярный вес их больше и к тому же, например, аргон непрерывно выделяется в процессе распада радиоактивного изотопа калия, входящего в состав земных и, очевидно, лунных горных пород. Ка-

залось бы, Луна должна быть окружена, возможно, сильно разреженной, но все же ощутимой атмосферой. Обычно поиски лунной атмосферы сводились к измерению деполяризации света, отраженного от поверхности Луны. Такая деполяризация вносится и земной атмосферой, но ее влияние можно исключить, сравнивая измерения, относящиеся к разным точкам лунной поверхности. Другой возможный метод исследования лунной атмосферы — попытка обнаружить на Луне явление, которое на Земле называется полярным сиянием. По измерениям «Луны-2», наш спутник или вообще не имеет магнитного поля или обладает очень слабым полем. Поэтому корпускулы, вызывающие явление полярного сияния, могут, по-видимому, довольно равномерно обстреливать весь лунный шар, а не только его полярные области, как на Земле. Однако ни одна попытка обнаружить лунную атмосферу не увенчалась успехом.

Сейчас можно считать надежно установленным, что плотность лунной атмосферы по крайней мере в 10^{10} раз меньше, чем плотность земной атмосферы у ее основания, и, таким образом, не превосходит плотности атмосферы нашей планеты на высоте около 300 км.

Плотность лунной ионосферы оценивалась по измерениям поляризации радиоволн при покрытии Луной космических источников радиоизлучения. Оказалось, что она составляет у поверхности Луны около $10^4 \text{ электрон/см}^3$. Однако эти данные пока еще нельзя считать достаточно надежными.

Таким образом, Луна практически не обладает атмосферой — «легкие» газы испаряются при высоких температурах дневной Луны, а тяжелые, по-видимому, сдуваются солнечным ветром.

В таких условиях осуществление «мягкой» (т. е. с очень малой остаточной скоростью) посадки на Луну становится труднейшей задачей: тело, падающее на Луну с большого расстояния, будет иметь у ее поверхности скорость около 2,5 км/сек. Чтобы при ударе скорость не превышала нескольких метров в секунду, все отклонения в работе реактивного двигателя, осуществляющего торможение (парашютом пользоваться нельзя — нет атмосферы), и управляющих им устройств не должны превышать одной тысячной от нужного значения. **Осуществленная 3 февраля 1966 г. посадка автоматической станции «Луна-9» явилась блестящим доказательством зрелости и таланта советской науки и техники.**

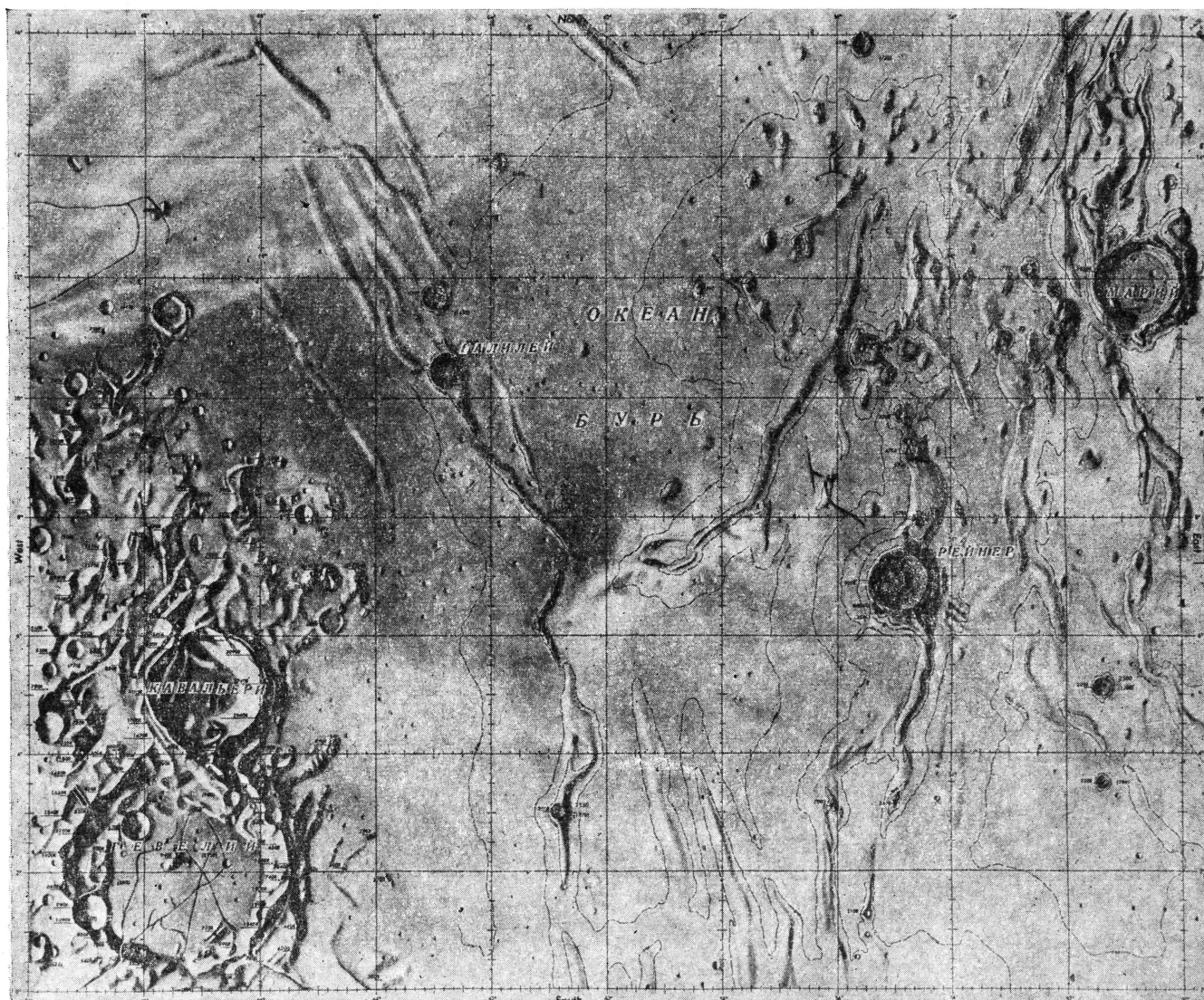
Другое отличие Луны от Земли — ее рельеф. Это, вероятно, связано с различием во внутреннем строении и спецификой процессов горообразования на небесных телах, отличающихся своими массами*. Наиболее характерные формы рельефа — округлые кратеры, которые почти сплошь покрывают лунные материки. (Наиболее обширный материк был сфотографирован космической станцией «Зонд-3».) Мелкие кратеры распределены по поверхности Луны довольно равномерно и покрывают, если рассматривать кратеры диаметром в «несколько дециметров — несколько метров», около 7 — 10% поверхности. Это следует из радиолокационных наблюдений Луны и из снимков аппаратов «Рейнджер». Крупные кратеры сравнительно редки и хорошо выделяются на темных, видимо залитых лавой, лунных морях. Чтобы представить себе, сколько на видимой полусфере Луны крупных кратеров (диаметром больше d км), можно воспользоваться формулой $300000/d^2$.

* Пожалуй, наиболее наглядное доказательство этому — полученные космическим аппаратом «Маринер-4» снимки поверхности Марса. Они позволяют заключить, что процессы горообразования на Марсе сильно отличаются от земных и скорее близки к лунным (масса Марса примерно в 10 раз меньше земной). Отсюда следует, что переносить закономерности земных тектонических процессов на Луну, как это иногда делается, нельзя (различие в массах еще больше!)

Дальность горизонта на Луне из-за ее малого радиуса меньше, чем на Земле, и для человека на равнине составляет около 2 км. Типичные возвышенности — валы кратеров высотой в 2—3 км видны на расстояниях 60—80 км. Наиболее высокие горные пики высотой до 9 км — на расстояниях около 10 км. **Переданная автоматической станцией «Луна-9» панорама лунной поверхности, полученная действительно с точки зрения космонавта, поскольку высота станции над поверхностью Луны сравнима с ростом человека, а разрешение на снимках близко к разрешению человеческого глаза, наглядно подтвердила эти представления.** Станция села у западной окраины Океана Бурь. Предварительный анализ снимков показывает, что станция находится в небольшом углублении. На востоке (средняя часть панорамы) виден внутренний склон углубления на севере и юге — далекие области, легкая холмистость которых, вероятно, практически неотличима от холмистости горизонта на других морских участках.

Напомним, что магнитное поле Луны по крайней мере в 300 раз слабее земного, поэтому едва ли на Луне можно будет пользоваться магнитным компасом. Скорее всего, учитывая ограниченность лунного горизонта, придется ориентироваться по небесным светилам.

Для Луны типична малая крутизна наклонов деталей рельефа — наиболее круты внутренние склоны кратеров, но и их крутизна не превышает 45° (эта величина несколько возрастает с уменьшением размера кратера), внешние склоны обычно весьма пологи — до $10\text{--}20^\circ$ к горизонту. Для морей средний наклон на участках протяженностью больше 10 км составляет $3\text{--}5^\circ$. По данным радиолокации, относящимся к центральной части видимого полушария Луны, где примерно одинаково представлены и моря и материки, среднеквадратичные наклоны при измерениях в метровом диапазоне составляют $8\text{--}14^\circ$, в дециметровом — $25\text{--}35^\circ$. Поскольку при радиолокационных измерениях наиболее существенны неоднородности, сравнимые с используемой длиной волны, указанные величины, видимо, и следует считать характеристиками метровых и дециметровых участков. Примерно то же получено при фотометрировании снимков Моря Облаков,



Карта участка лунной поверхности протяженностью 600×480 км², где 3 февраля 1966 г. близ точки с координатами $7^{\circ}08'$ северной широты и $64^{\circ}22'$ западной долготы совершила мягкую посадку автоматическая станция «Луна-9». На всем пути от левого до правого края карты, вдоль 7° параллели нет ни одной возвышенности, превышающей 1 км, за исключением кратера Рейнер. А сам кратер, несмотря на то, что его диаметр составляет около 30 км, возвышается над своими окрестностями лишь несколько больше, чем на 1 км. Поскольку дальность горизонта для человека на равнине на Луне 2 км, вал кратера Рейнер будет виден не дальше, чем с расстояния 25 км

переданных «Рейнджером-7». В направлении «восток — запад» средний наклон участков протяженностью в 1 м оказался примерно 5° , 90% поверхности имеет наклон меньше 16° , 10% — меньше 1° .

Уже первое ознакомление со снимками станции «Луна-9» показывает, что для микрорельефа, т. е. образований размерами в несколько сантиметров, характерна сглаженность, малая крутизна склонов. Это —

прямое доказательство правильности тех представлений, которые до сих пор основывались лишь на косвенных данных, полученных при помощи радиолокации.

Весьма значительно отличается от земного и тепловой режим Луны. Если на Земле суточная амплитуда температурных колебаний обычно не превосходит $10\text{--}20^\circ\text{C}$, то на Луне в зоне широт $\pm 50^\circ$ температура колеблется от $+130^\circ(+160^\circ)\text{C}$ в месте, где Солнце в зените, до $-160^\circ(-180^\circ)\text{C}$ в лунную полночь. Температуру приполярных областей с Земли вообще измерять не удается, но нет сомнения в том, что она низка, и это служит почвой для умозрительных предположений о том, что в лунных полярных пещерах (если, конечно, они существуют), куда никогда не заглядывает Солнце, может существовать вода в твердом состоянии, т. е. лед.

Суждения о температуре поверхности и подповерхностных слоев Луны получают, исследуя собственное инфракрасное и радиоизлучение Луны. При этом длина волны исследуемого излучения однозначно связана с глубиной под поверхностью: чем больше длина волны, тем больше и эффективная глубина излучающего слоя. Как известно, земная атмосфера в инфракрасной области спектра имеет лишь весьма «узкие» окна прозрачности в области $8\text{--}12\text{ мк}$ и $16\text{--}24\text{ мк}$. (Окно, простирающееся до $3\text{--}4\text{ мк}$, трудно использовать для измерения собственного излучения Луны, поскольку в области до $3,5\text{ мк}$ Луна отражает больше света Солнца, чем излучает своего собственного.) Максимум излучения черного тела при температуре 150°C приходится примерно на 5 мк , т. е. не попадает в окно прозрачности земной атмосферы. Это обстоятельство и еще в большей степени тот факт, что нам неизвестна излучательная способность вещества лунной поверхности, и обуславливают неопределенность сведений о температуре поверхности Луны.

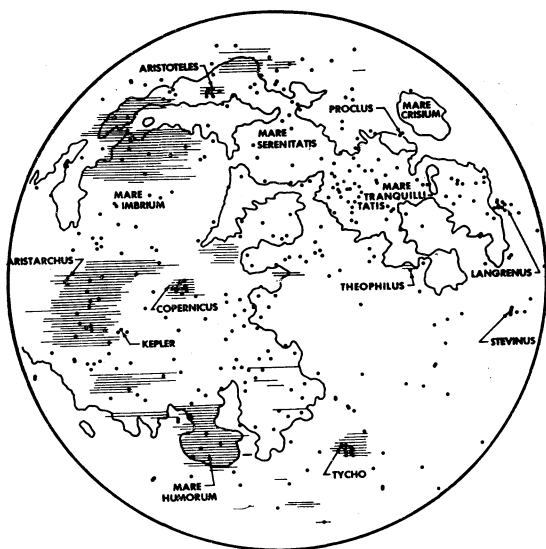
По мере накопления данных наблюдений в инфракрасном и радиодиапазоне выяснилось весьма любопытное обстоятельство. Оказалось, что тепловая инерция поверхностного вещества Луны очень мала. Так, например, во время затмений было установлено, что минимум инфракрасного излучения Луны запаздывает по сравнению с оптическим затмением всего лишь на 10 минут. С ростом длины волны запазды-

вание увеличивается: так на волне $1,5\text{ мм}$ время запаздывания составляет 1,5 часа, а на волне 12 мм (как было установлено по измерениям в течение лунного месяца) — около 3 суток. Наблюдения на волне 3 мм практически не показывают фазовой зависимости. Следовательно, поверхностный слой Луны обладает очень низкой теплопроводностью и теплоемкостью (если говорить о теплоемкости единицы объема вещества). Так как длине волны 3 см соответствует эффективная глубина излучающего слоя порядка 10 см , отсюда следует, что лунносуточные и более кратковременные температурные колебания почти полностью затухают на глубине $20\text{--}40\text{ см}$. Поскольку «объемная» теплоемкость горных пород практически зависит только от их плотности, приходится предположить, что поверхностный слой Луны имеет очень малую плотность, и вероятно, малую прочность.

В настоящее время принято считать, что плотность у самой поверхности составляет $0,6\text{--}0,3\text{ г/см}^3$, с глубиной плотность растет и, видимо, на глубине $5\text{--}10\text{ см}$ приближается к 1 г/см^3 , а на глубинах $5\text{--}20\text{ м}$ — к плотности скальных пород. Поскольку плотность «сплошных» горных пород близка к $2\text{--}2,5\text{ г/см}^3$, $70\text{--}80\%$ объема поверхностного слоя занимают «поры».

Эти данные относятся к Луне в среднем. К сожалению, разрешение радиотелескопов слишком мало, чтобы можно было исследовать тепловой режим отдельных областей лунной поверхности. Однако в инфракрасном диапазоне такие исследования в последние годы удалось провести. Так, во время лунного затмения 19 декабря 1964 г. на Луне обнаружили множество «горячих» мест, температура которых была выше температуры окрестностей. Такие аномалии, в частности, выявились для лучистых кратеров, которые считаются наиболее молодыми образованиями. Наибольшее различие показал кратер Тихо, его температура на 48° отличалась от температуры соседних мест (-100°C). Предполагается, что для «горячих» областей теплоизолирующий слой тоньше. Возможно, что здесь кое-где выходят на поверхность скальные породы.

В зависимости от применяемого метода исследования удается получить сведения о различных по масштабу деталях лунного рельефа. Радиоастрономические данные



Распределение горячих «пятен» (точки) и областей [заштрихованы] на поверхности Луны, по измерениям Р. В. Шортхилла и Дж. М. Саари во время полного лунного затмения 19 декабря 1964 г.

относятся к значительным по протяженности участкам лунной поверхности, соизмеримым с Луной в целом. При оптических наблюдениях с Земли разрешаются детали протяженностью не менее 300—500 м на поверхности Луны. Меньшие детали разрешить не удастся из-за беспокойства земной атмосферы. Некоторые прямые данные о микрорельефе были получены с помощью космических аппаратов «Рейнджер». Как уже отмечалось, наиболее характерной особенностью лунного рельефа во всех масштабах оказалось преобладание кратеров. Практически, если не считать кратерных валов, на Луне нет выступающих над поверхностью образований. Господствуют ямы с пологими склонами, у которых диаметр относится к глубине как 10:1, 6:1, 4:1. Среди образований, обнаруженных на снимках «Рейнджеров» необходимо отметить особый класс кратеров — лунки, лишенные валов и напоминающие вдавленный в почву опрокинутый колокол. Эти лунки (в США их называют *dimple* — ямочки на щеках) напоминают карстовые провалы на Земле. Природа их не выяснена и вы-

сказываются предположения, что под такими кратерами существуют пустоты, сходные с земными карстовыми пещерами.

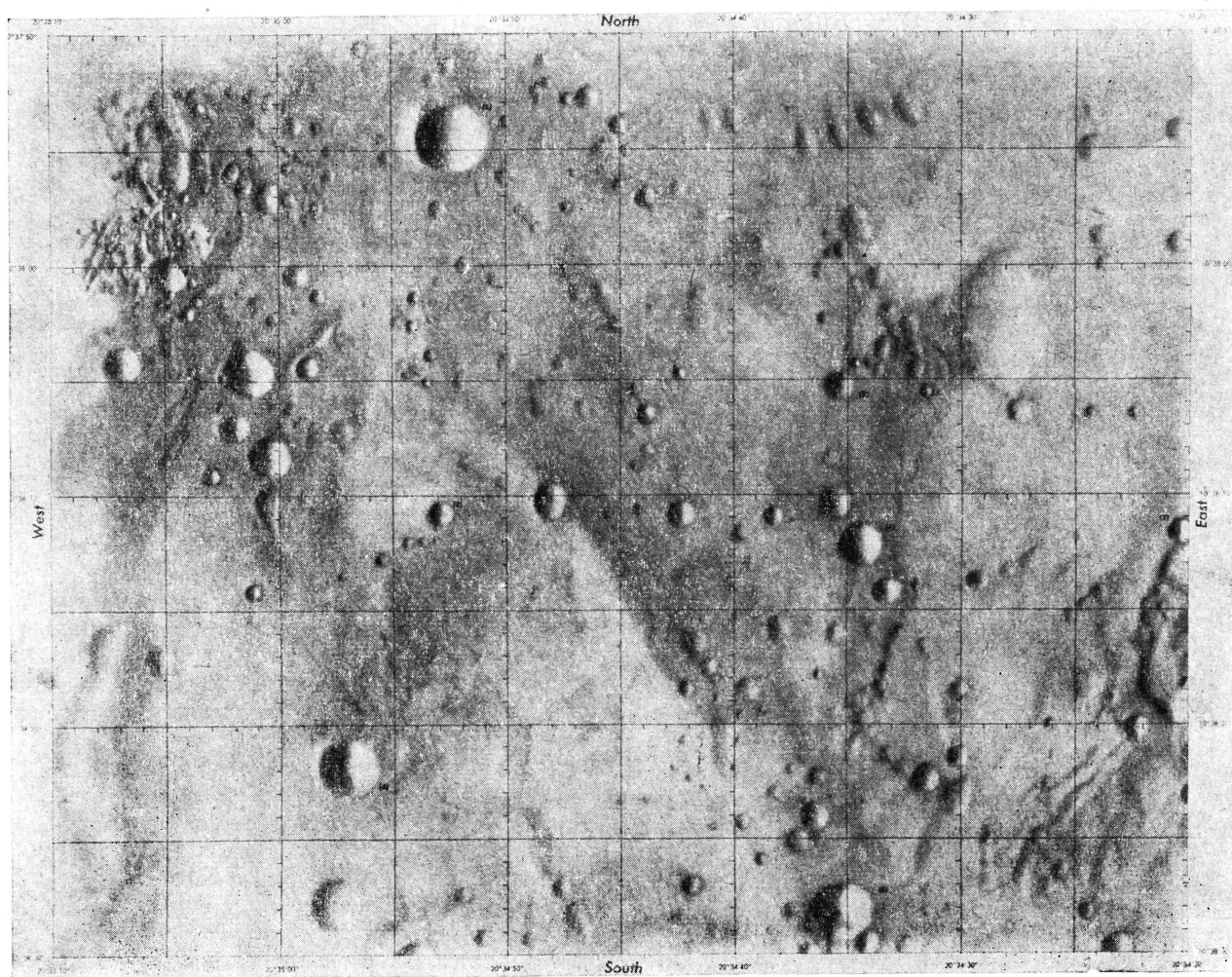
Сейчас, после полета станции «Луна-9» можно достаточно обоснованно утверждать, что качественно характеристики лунного рельефа не зависят от размера. С каким бы «увеличением» мы ни рассматривали поверхность Луны, всегда эта поверхность представляется покрытой множеством сглаженных углублений (кратеров) с очень редкими выступающими образованиями типа камней, лежащих на поверхности, отчетливо видимых на панораме, переданной «Луной-9».

Помимо сведений о рельефе, оптические, точнее, фотометрические исследования позволили получить ценные результаты о строении лунной поверхности, любопытным образом перекликающиеся с данными радиоастрономии. Как известно, Луна отражает в среднем около 7% падающего на нее света: самые темные места (моря) отражают около 3%, материи — около 10%, самое яркое место — кратер Аристарх в Океане Бурь — 18%. С увеличением длины волны коэффициент отражения растет и при 3—3,5 мк приближается к 40%. Однако для нас более интересна другая особенность фотометрических свойств Луны. Отраженный поверхность Луны свет весьма неравномерно распределяется по углам — большая часть его отражается в направлении источника освещения, причем эта доля тем больше, чем больше угол падения лучей на поверхность. Так, при угле падения 60° в направлении к источнику света отражается в 4—5 раз больше света, чем в перпендикулярном направлении*. Эта характеристика остается практически независимой от места на Луне. Иными словами, поверхность Луны оказывается по своим фотометрическим свойствам промежуточной между зеркальной и диффузно рассеивающей, причем с увеличением угла падения зеркальные свойства увеличиваются. Это характерно для дисперсных сред, содержащих большое число мелких частиц (например, для туманов), или для поверхностей, покрытых большим числом беспо-

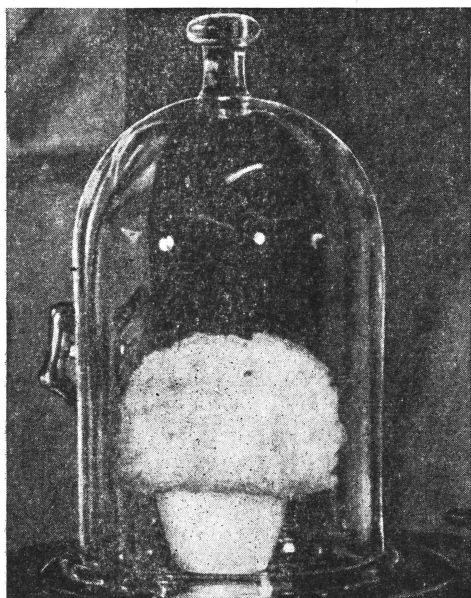
* Из-за таких свойств лунной поверхности космонавт на Луне увидит вокруг тени своей (и только своей) головы сияние, несколько напоминающее нимбы на иконах.

рядочно ориентированных малых углублений или выпуклостей (например, губчатые поверхности). Таким образом, фотометрические характеристики приводят к выводу, что поверхность Луны «изрыта», «иссечена», словом, не представляет собой гладкой поверхности, подобной земным скальным породам. Это хорошо согласуется с полученным из радиоастрономических наблюдений выводом о малой плотности, пористости поверхностных слоев Луны. Одна-

ко пока ничего нельзя сказать о действительном строении поверхностных слоев Луны — представляют ли они собой своеобразную губку или окаменевшую пену, подобную земной вулканической пемзе, или, может быть, слабо скрепленные между собой сростки игл (такие образования встречаются на Земле — на Гавайских островах, они также образуются при вулканических извержениях), или, наконец, рыхлые пылевые «воздушные замки» (разумеется,



Карта участка Луны в Море Облаков, составленная по снимкам «Рейнджера-7». Окружные образования — кратеры. Площадь участка 400×300 м². При наблюдениях с Земли из-за свойств земной атмосферы детали на таком участке вообще неразличимы



Расплавленный кремнезем в вакууме образует губчатую структуру, похожую по своим физическим свойствам на поверхностный слой Луны. Если подвергнуть эту губку облучению корпускулами высоких энергий, она темнеет и сходство с Луной становится еще более полным

без воздуха). Видимо, чтобы выяснить этот вопрос, нужно побывать на Луне и в различных местах провести необходимые исследования, имея в виду, что совсем необязательно природа Луны должна быть повсюду одинаковой.

Сейчас, по крайней мере, об одном участке лунной поверхности, расположенном в Океане Бурь, можно высказаться более определенно: ландшафт, изображенный на панораме, переданной автоматической станцией «Луна-9», указывает на пемзоили шлаковидную структуру поверхности этого участка.

Здесь уместно заметить, что станция «Луна-9» положила начало детальному изучению Луны именно в том масштабе, в котором придется работать человеку во время пребывания на Луне. Для человека в первую очередь будут важны не средние характеристики участков, протяженностью в несколько сот или несколько десятков метров, которые изучаются при помощи наземных средств или аппаратов типа «Рейнджер». При высадке на Луну наиболее

важно знать точные, а не усредненные характеристики места, где окажется человек.

Что касается пыли, то, если пылью считать сыпучую дисперсную среду, частицы которой не скреплены друг с другом, по-видимому, толстого слоя пыли на поверхности Луны нет. Это следует из того, что в вакууме при соприкосновении в течение достаточно длительного срока тела подвергаются так называемой диффузионной сварке. Однако утверждать что-либо относительно прочности такой сварки, вероятно, было бы неосмотрительно. С другой стороны, в последнее время появились публикации, в которых утверждается, что над поверхностью Луны существует «пылевая атмосфера», поддерживаемая силами электростатического отталкивания (поскольку, например, ультрафиолетовое излучение должно привести к образованию фотоэлектронов, уходящих с поверхности). Толщина этой гипотетической пылевой атмосферы меньше 1 мм, диаметр частиц — порядка 1 мк, расстояние между частицами — порядка 10 мк.

Как будто бы есть еще одно свидетельство отсутствия сплошного однородного пылевого слоя, покрывающего всю Луну. Несмотря на то, что различные участки Луны чрезвычайно слабо отличаются по цвету, такие отличия все же существуют. Недавно была опубликована карта (точнее, композиция фотографий), если можно так сказать, «цветовых провинций Луны». Нужно подчеркнуть, что из-за весьма малых цветовых контрастов и сравнительно больших ошибок фотографической фотометрии создание такой композиции — дело весьма сложное. Если эта карта верна, то создается впечатление, что на поверхности лунных морей прослеживаются как бы натекающие друг на друга потоки, отличающиеся цветовыми оттенками. Здесь, конечно, напрашивается аналогия с лавовыми потоками на Земле. Наличие таких различающихся потоков в пределах одного лунного моря как будто бы свидетельствует об отсутствии сплошного однородного покрытия, каким должен быть пылевой слой.

Есть еще один путь изучения лунной поверхности — можно попытаться воспроизвести известные нам свойства поверхностного слоя Луны, подбирая подходящие земные модели. Это недавно удалось сделать, расплавляя двуокись кремния в ва-

кууме. При этом двуокись кремния сильно увеличивалась в объеме, образуя губчатую структуру, сохранявшуюся после застывания.

Эта каменная губка имеет сходные с ожидаемыми для лунных пород плотность, теплоемкость, теплопроводность, похожа она и по фотометрическим характеристикам. Чтобы эта губка приобрела темную — лунную — окраску, ее пришлось облучать корпускулами и ультрафиолетом, но ведь и Луна непрерывно облучается корпускулярным и ультрафиолетовым излучением Солнца. Прочность такой губки около 4 кг/см^2 . Однако расплав застывал в условиях земного тяготения, в 6 раз более сильного, чем лунное. Поэтому оценку прочности следует, вероятно, рассматривать только как порядковую.

Другая оценка прочности была проведена по имеющимся на снимках «Рейнджера-9» изображениям каменных глыб. Если предположить, что эти глыбы выброшены из сфотографированного на этом же снимке кратера при его образовании, и что форма глыб мало отличается от сферы, то по тени глыбы можно судить, насколько она погрузилась в грунт. Поскольку расстояние (а следовательно, и скорость) выброса известны, можно оценить в определенных предположениях энергию падения глыбы, а значит, и прочность грунта. Эта оценка дала величину $1\text{—}1,4 \text{ кг/см}^2$.

Возможно такие оценки удастся сделать и при анализе снимков, переданных станцией «Луна-9», особенно учитывая то обстоятельство, что станция изменила свое положение за время пребывания на Луне, по-видимому, из-за деформации грунта под станцией. Но, конечно, лучшей оценкой является сам факт удачной мягкой посадки станции. Прочность лунной поверхности достаточно, чтобы такую посадку можно было осуществить.

Пока весьма мало можно сказать о химическом составе лунных горных пород — обычно просто предполагают, что земные и лунные породы одинаковы по своему составу. Может быть, в дальнейшем удастся использовать для изучения химического состава лунных горных пород инфракрасные спектры и явления люминесценции. Сейчас как будто бы установлено, что инфракрасный спектр Моря Ясности в диапазоне $16\text{—}24 \text{ мк}$ отличается от спектра Моря Облаков, Моря Спокойствия и кратера Альфонс. В отдельных местах (например, окрестно-

сти кратера Аристарх) наблюдается люминесценция в красных лучах, сходная с люминесценцией энстатита — минерала, входящего в состав определенного вида метеоритов (энстатитовые хондриты). Нужно, однако, заметить, что пока еще нет общепринятой теории возбуждения этой люминесценции на Луне. Солнечного ультрафиолетового и корпускулярного излучения для возбуждения люминесценции определенно недостаточно. Не исключено, что она вызывается приходом пакетов корпускул, ускоренных в магнитосфере Земли. Может быть, здесь есть связь с локальными магнитными аномалиями на самой Луне. **Ценные данные о химическом составе поверхностного слоя Луны можно будет получить, исследуя радиоактивность лунных пород при помощи приборов, аналогичных работавшему на борту станции «Луна-9» счетчику Гейгера.**

В заключение несколько слов об изменениях на Луне. Какие-либо объективные данные о них отсутствуют. Единственным свидетельством того, что Луна не абсолютно «мертвое» тело, является спектрограмма кратера Альфонс, полученная 3 ноября 1958 г. Н. А. Козыревым и В. И. Езерским. На ней видны полосы излучения, истолкованные профессором Н. А. Козыревым как полосы молекулярного углерода. При этом количество выделившегося газа должно составлять несколько тысяч кубических метров при земном давлении. На земные вулканические извержения это явление не похоже.

* * *

Мы знаем о Луне не очень много. Во всяком случае этого недостаточно, чтобы обеспечить космонавту отсутствие неприятных неожиданностей. Но, пожалуй, наблюдения с поверхности Земли едва ли позволят существенно продвинуться в изучении лунной поверхности. Мешает земная атмосфера. Одного полушария Луны, равно как и полярных областей, с Земли вообще не видно. Многие свойства грунта не проявляются в излучении.

Видимо, главным в изучении Луны становится использование заатмосферных и окололунных средств, а также прямых экспериментов на ее поверхности. **Блестящим началом таких прямых экспериментов на поверхности Луны явилась успешная работа советской автоматической станции «Луна-9».**

ХАРЛОУ ШЕПЛИ

К 80-летию со дня рождения

Ю. Н. ЕФРЕМОВ



Харлоу Шепли

2 ноября 1965 г. исполнилось 80 лет известному американскому ученому, одному из создателей современной астрономии Харлоу Шепли. Расцвет его деятельности пришелся на годы коренной ломки представлений о размерах и строении Галактики, о месте нашей звездной системы во Вселенной, и в этой ломке работы Шепли имели фундаментальное значение; созданные им методы и ныне превосходно служат астрономам.

Сразу же после окончания в 1910 г. Миссурийского университета (город Колумбия) Шепли, совместно с уже широко известным тогда Г. Расселом, разработал способ определения орбит затменно-двойных звезд. С 1914 г. Шепли работает на обсерватории Маунт Вилсон. Здесь он начал исследования, принесшие ему всемирную известность.

В 1908 г. сотрудница Гарвардской обсерватории Генриетта Ливитт обнаружила лю-

бопытную закономерность у переменных звезд Малого Магелланова Облака — звезды оказывались тем ярче, чем больше период изменения их блеска. Ни она, ни тогдашний директор обсерватории Э. Пикеринг не осознали всей важности этого открытия, но через пять лет Эйнар Герцшпрунг — ныне старейший астроном мира — отождествил эти переменные с цефеидами, хорошо известным в Галактике типом переменных звезд. Он указал, что обнаруженная в Гарварде зависимость может стать незаменимым инструментом для определения расстояния цефеид и звездных систем, в состав которых они входят. По периоду цефеиды можно определить ее светимость и тем самым — расстояние.

Шепли и был первым, кто блестяще использовал этот способ. В 1916 г. он предпринял изучение цефеид, встречающихся изредка в шаровых скоплениях. В тех случаях, когда их было несколько в одном

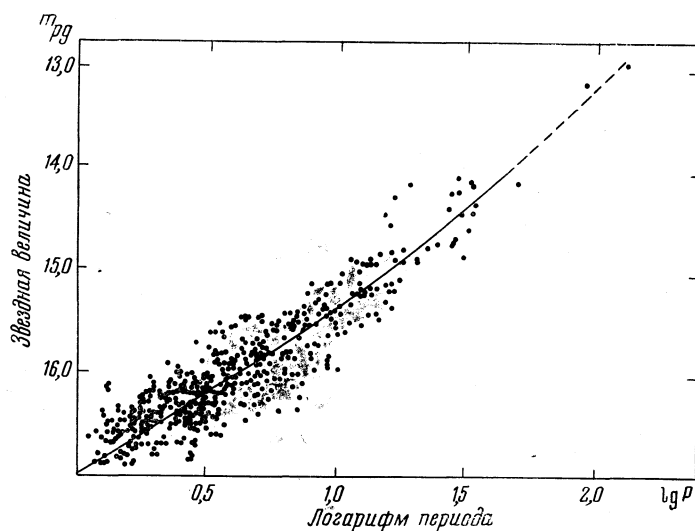
скоплении (например, в скоплении ω Центавра), наклон зависимости период — видимая величина оказался такой же, как в Магеллановых Облаках. Кривые блеска также были в общем сходны, и Шепли решил, что и в Магеллановых Облаках, и в шаровых скоплениях, и в окрестностях Солнца мы имеем дело с одним и тем же типом переменных звезд. Пересмотрев собственные движения цефеид, Шепли несколько уточнил их светимости, определенные Герцшпрунгом, и создал единую для всех цефеид зависимость период — светимость, которая использовалась астрономами в течение тридцати лет. Шепли применил эту зависимость к цефеидам шаровых скоплений и получил светимости многочисленных в скоплениях переменных типа RR Лиры, которые оказались везде одинаковыми. Зная же светимости этих переменных, Шепли смог определить расстояния многих шаровых скоплений, в которых нет цефеид, но есть переменные типа RR Лиры.

Результаты изучения системы шаровых скоплений оказались удивительными, они противоречили существовавшим тогда взглядам на строение и размеры Галактики. Оказалось, что шаровые скопления образуют сферическую систему и концентрируются к центру, находящемуся в направлении созвездия Стрельца на расстоянии 10 кпс. (Совпадение с принимаемой ныне оценкой случайно, так как Шепли не учитывал поглощения света, существование которого было еще неизвестно.) Шепли выдвинул смелую для своего времени гипотезу, что шаровые скопления образуют как бы скелет Галактики и концентрация их в Стрельце объясняется тем, что именно там и находится центр нашей звездной системы. Теперь это общепризнанный факт, но тогда гипотеза Шепли означала переворот в наших понятиях, с которого началась настоящая революция в астрономии. Землю уже давно перестали считать центром мироздания, но Солнце все еще рассматривалось как центр Млечного Пути. Развитые Шепли методы определения расстояний вскоре привели к выводу, что Млечный Путь, наша Галактика, лишь одна из бесчисленных звездных систем. Но сторонникам этого взгляда пришлось выдержать упорную борьбу с... Харлоу Шепли.

В 1920 г. он был убежден в том, что спиральные туманности, подобные туман-

ностям в Треугольнике (М 33) и Андромеде (М 31), принадлежат к нашей Галактике, хотя уже тогда высказывалось мнение, что они являются гигантскими звездными системами, находящимися далеко за пределами Млечного Пути и по размерам сравнимыми с ним. Аргументы Шепли казались очень серьезными. Прежде всего он опирался на обнаруженное ван Мааненом вращение спиральных туманностей. В случае их внегалактического расположения пришлось бы допустить невероятно большую скорость вращения. Когда Кёртис, главный противник Шепли, привел то соображение, что в туманности Андромеды столь же часто, как и в Млечном Пути, вспыхивают новые звезды, Шепли напомнил об S Андромеды. Блеск этой звезды достиг 7-й звездной величины. Между тем обычно новые звезды в М 31 имели 15-ю или 18-ю звездную величину. Светимость S Андромеды получалась неправдоподобно большой.

Но в 1922 г. Дункан обнаружил в М 31 первую цефеиду. Затем к исследованию переменных звезд в туманностях приступил Эдвин Хаббл и во всех трех изученных им системах обнаружил цефеиды. Зависимость период — светимость без сомнения указы-



Зависимость период — светимость, построенная Х. Шепли в 1942 г. по цефеидам Малого Магелланового Облака

вала на гигантские расстояния и громадные размеры М 31, М 33 и других туманностей. Вращение их оказалось фиктивным, вызванным ошибками измерений, а S Андромеды стала рассматриваться как вспыхнувшая в М 31 сверхновая. Так Шепли был побежден его же собственным оружием.

Признав свое поражение, Шепли активно взялся за изучение других галактик и наряду с Э. Хабблом сделался крупнейшим авторитетом в этой области. С 1921 г. Шепли занимает пост директора Гарвардской обсерватории. Здесь вместе с Аделаидой Эймз он составляет известный каталог ярких галактик, обнаруживает новый тип звездных систем — карликовые галактики в Печи и Скульпторе, детально изучает переменные звезды в Магеллановых Облаках и структуру Метагалактики.

Под руководством Шепли Гарвардская обсерватория превращается в крупнейший в мире центр исследования переменных звезд — на ней была открыта чуть ли не половина всех известных в настоящее время

меня переменных звезд. В Гарварде накоплена ценнейшая коллекция пластинок службы неба, охватывающая оба полушария. Открытие квазизвездных радиоисточников убедительно продемонстрировало необходимость слежения за блеском возможно большего числа объектов, и служба неба, прекращенная после ухода Шепли из Гарварда (1953), теперь восстанавливается.

Особенно много внимания Шепли уделяет переменным в Магеллановых Облаках, в первую очередь цефеидам. Вместе со своими сотрудниками он обнаруживает зависимость периодов цефеид от их положения в Облаке, открывает два десятка цефеид в молодом богатом скоплении NGC 1866. Шепли неоднократно возвращается к зависимости период — светимость. До 1960 г. его данные о наклоне этой зависимости, пересмотренные в 1949 г. Б. В. Кукаркиным, были практически единственными. В 1952 г. Вальтер Бааде показал, что предположение Шепли о существовании единой зависимости период — светимость

Профессора П. П. Паренaго (слева), Х. Шепли (в центре) и Е. В. Рыбка обсуждают диаграмму Рессела — Герцшпрунга в кулуарах X конгресса Международного астрономического союза в Москве в августе 1958 г.



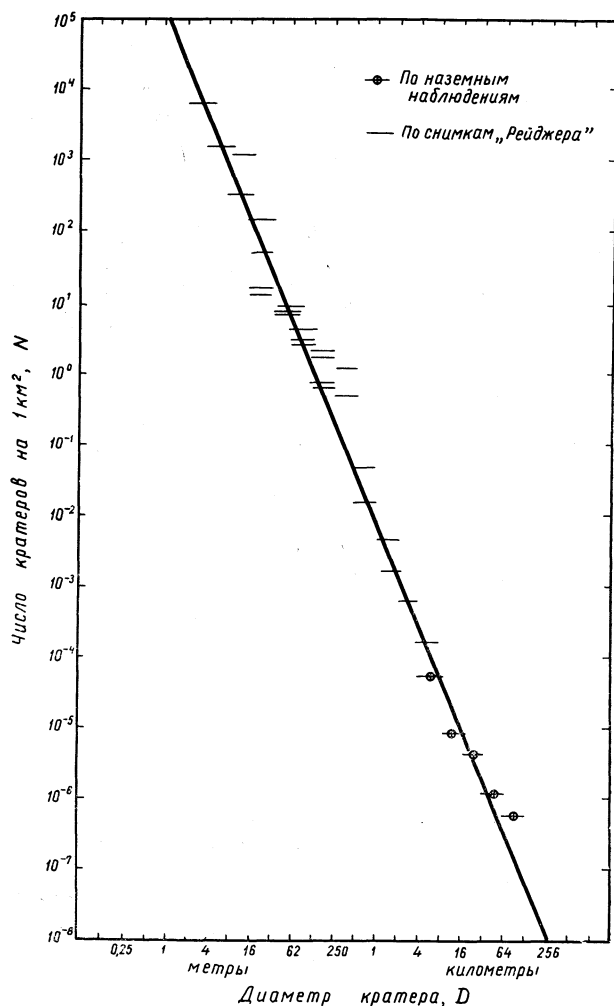
неверно. Светимость переменных типа RR Лиры найдена Шепли в первом приближении правильно, а светимость цефеид, не входящих в шаровые скопления, должна быть значительно увеличена и определяемые по ним расстояния галактик должны быть удвоены. И по сей день не все еще ясно в этом важнейшем вопросе.

Оставив в последние годы активную деятельность, Харлоу Шепли пишет превосходные научно-популярные книги («Звезды и люди», 1958, русский перевод 1962 г., «Взгляд с далекой звезды», 1963 г.)*, представляющие собой проникнутые подлинным

* На русском языке изданы также книги Х. Шепли «От атомов до Млечных Путей» 1934 г., «Галактики», 1947 г.

гуманизмом очерки «о звездах и о судьбах человечества». Он верит, что «люди будущего избавятся от наших недостатков и построят на основе наших мыслей и дел более совершенную как в интеллектуальном, так и в социальном отношении систему...»

Творческая биография Харлоу Шепли отражает развитие представлений о звездных системах за последние 50 лет. Могут устареть отдельные результаты и выводы, но работы Шепли всегда будут примером использования простой и в то же время изобретательной методики. На достижениях и ошибках Шепли будут учиться поколения астрономов. И не случайно юбилей Харлоу Шепли отмечался астрономами всего мира.



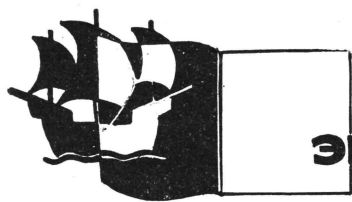
ЛУННАЯ ПОВЕРХНОСТЬ — ИНДИКАТОР МЕТЕОРИТНОЙ БОМБАРДИРОВКИ

Поверхность Луны можно рассматривать как очень хороший индикатор метеоритной бомбардировки, так как она сохраняет следы ударов в течение миллиардов лет. Известно, что при ударе метеорита, летящего с космической скоростью, происходит взрыв и образуется воронка — кратер. Путем взрывных экспериментов установлено, что диаметр кратера пропорционален кубическому корню из энергии удара $D \sim \sqrt[3]{E}$.

В лаборатории планет и Луны Аризонского университета изучена численность лунных кратеров различного размера. Для подсчета мелких кратеров были привлечены фотографии поверхности Луны, сделанные с близкого расстояния космической станцией «Рейнджер-7». Это позволило построить зависимость для очень большого интервала диаметров: от ста километров до нескольких метров. Наблюдения с наземными телескопами не дают такой возможности.

Оказалось, что зависимость числа кратеров от диаметра (см. рисунок) выражается степенной функцией: количество кратеров данного размера D и более (N_D) обратно пропорционально диаметру в некоторой степени $N_D \sim D^{-2,4}$. Такой характер закона говорит о метеоритном (а не вулканическом!) происхождении лунных кратеров, так как он

(Окончание на стр. 86)

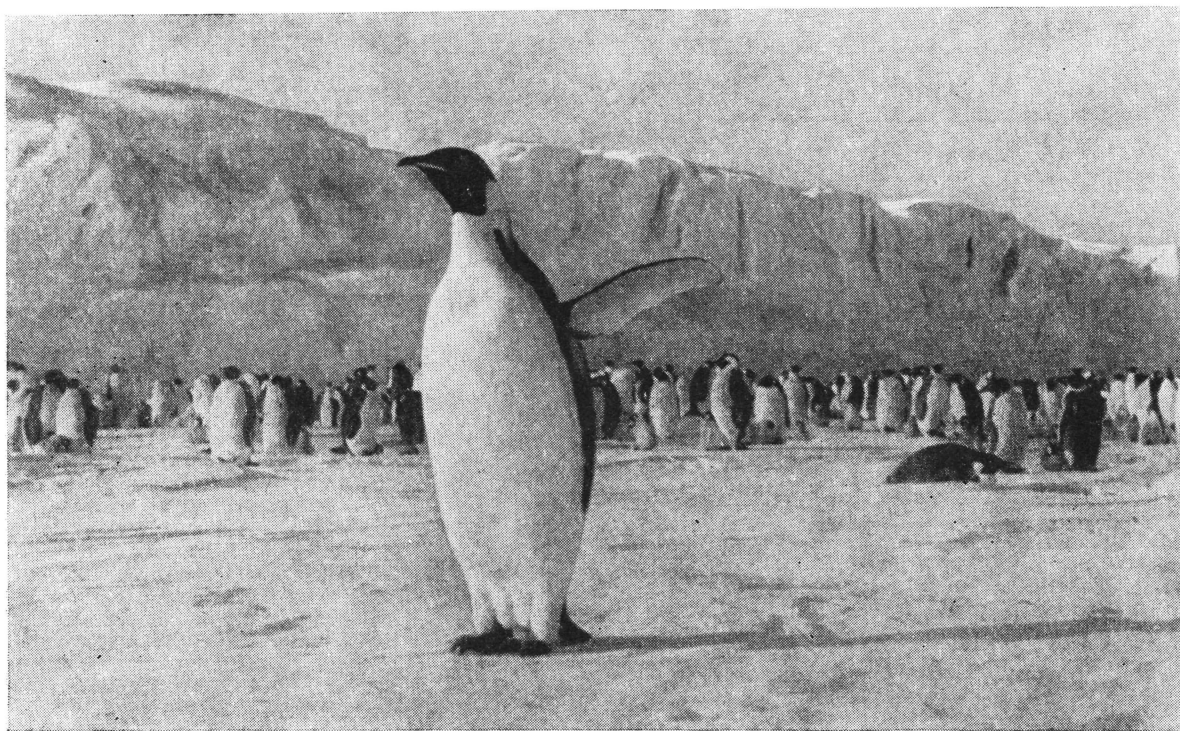


ЭКСПЕДИЦИИ

НА ШЕСТОМ КОНТИНЕНТЕ

К 10-летию советских исследований в Антарктике

В. М. ПАСЕЦКИЙ,
кандидат исторических наук



В январские дни 1956 г. к берегам антарктического континента подошел советский научно-исследовательский корабль — дизель-электроход «Обь» с участниками первой советской антарктической экспедиции. Ее возглавлял опытный полярный исследователь Герой Советского Союза М. М. Со-мов.

Из описаний Беллинсгаузена, Борхгревинка, Шеклтона, Скотта, Моуссона, Бэрда и других южно-полярных исследователей наши ученые знали, что их ждут жестокие морозы, ураганные ветры, ледяное равнодушие снежной пустыни и оторванность на многие месяцы от далекой Родины. Но сведения эти относились, как пра-

«Добро пожаловать»

вило, к отдельным участкам побережья Антарктиды. И никто не мог уверенно сказать, что ждет смельчаков, которые двинутся в глубь закованного в лед материка, что ждет исследователей Полюса относительной недоступности...

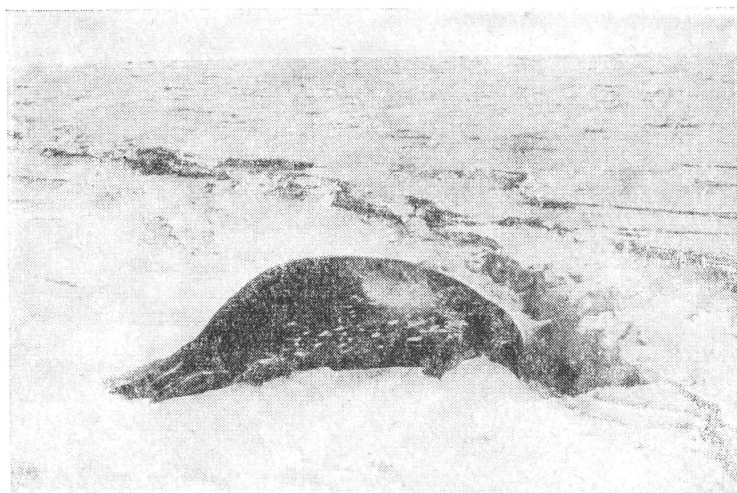
Около 70% поверхности Антарктиды до Международного геофизического года представляли белое пятно. Не были исследованы богатства ее недр, хотя предполагалось, что Антарктида таит залежи урана, драгоценных металлов, каменного угля. На материке не было ни одной постоянной внутриконтинентальной метеорологической станции. Ученые почти ничего не знали о том, как изменяется в Антарктике погода, как перемещаются воздушные массы, каким закономерностям они подчиняются и как влияют на циркуляцию атмосферы всего земного шара. Не велись наблюдения полярных сияний и многих магнитных явлений в Антарктике. Не было решено окончательно, представляет ли Антарктида собой материк или группу крупных островов, соединенных ледниковым покровом. Лишь немного более половины очертания ее побережья было достоверно нанесено на карту.

Такая слабая изученность Южнополярной области тормозила

развитие науки, так как лишала ученых возможности понимать и учитывать влияние природных условий Антарктики на погоду, климат и другие явления.

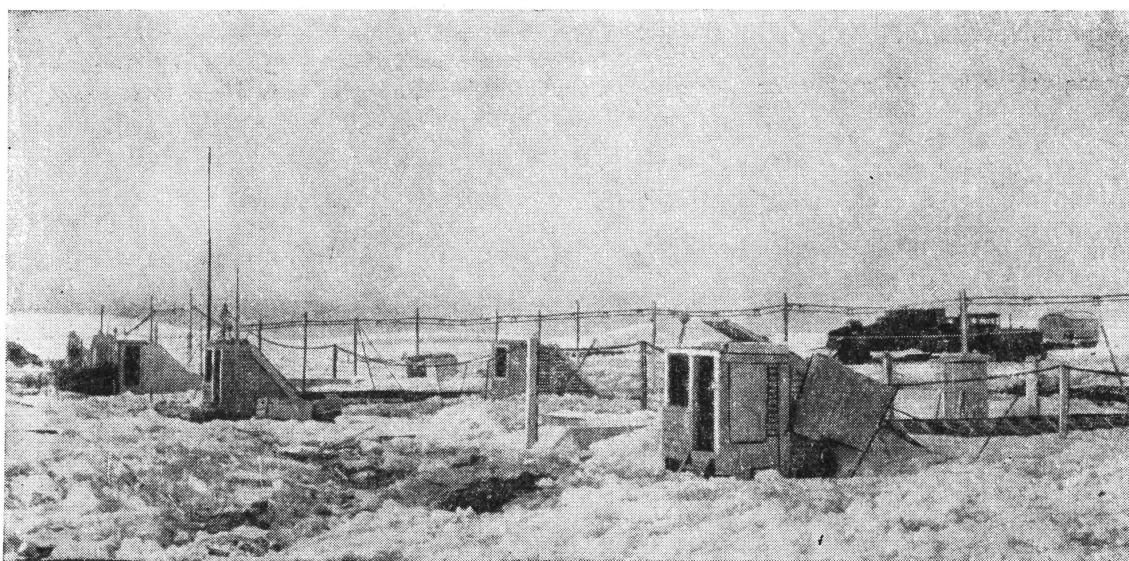
По программе Международного геофизического года в Антарктике и Субантарктике было соз-

дано 55 научных станций для изучения температуры и давления воздуха, направления и силы ветра как у поверхности, так и в стратосфере, исследования полярных сияний, магнитного поля Земли, льда и снегов Антарктиды, геологического строения обнажен-



Тюлень Уэдэлла

Мирный занесен снегом. Видны лишь тамбуры домиков





Летчики помогают ученым

ных участков суши, распространения животных и растений и условий их обитания. Словом, исследовался весь комплекс географических и геофизических явлений.

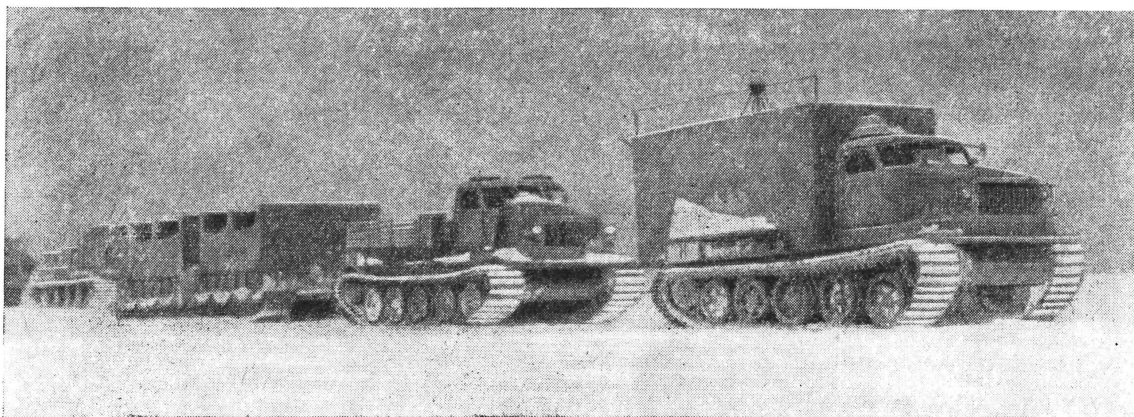
Во имя познания тайн шестого континента к его берегам и пришли советские ученые на дизель-

электроходе «Обь». Потребовалось немало дней, прежде чем летчики полярной авиации совместно с учеными выбрали место для постройки южнополярной обсерватории Мирный, названной так в честь судна экспедиции Беллинсгаузена и Лазарева.

В один из полетов к западу от бухты Депо, за ледником Хелен, на фоне ослепительного белого снега, простиравшегося на

тысячи километров, были замечены черные гранитные скалы, прорывавшиеся из-под ледникового щита. Здесь, у $66^{\circ}33'$ южной широты и $93^{\circ}00'$ восточной долготы, после детального обследования района решено было строить научный поселок. Электроход «Обь» лавируя среди льдов и айсбергов, подводных банок и скалистых островков, пробился к намеченному месту. На припайный лед

Поезд уходит в глубь континента



спущены тракторы и вездеходы, которые проложили путь через восторошенные припайные льды. На берег потянулись вереницы волокуш с разборными домиками, горючим, приборами, продовольствием, электростанциями. Началось строительство обсерватории Мирный.

Спустя несколько дней прибыло второе судно экспедиции — электроход «Лена», доставивший в своих трюмах более 4000 т различных грузов. С прибытием новой партии ученых и строителей ускорилось сооружение поселка. К 13 февраля 1956 г. была построена приемная радиостанция. В этот день в голубое небо Антарктики взлетели красные ракеты, раздался залп из карабинов, которому громко вторили гудки электроходов. На флагштоке поднят алый флаг нашей Родины. Обсерватория Мирный была открыта.

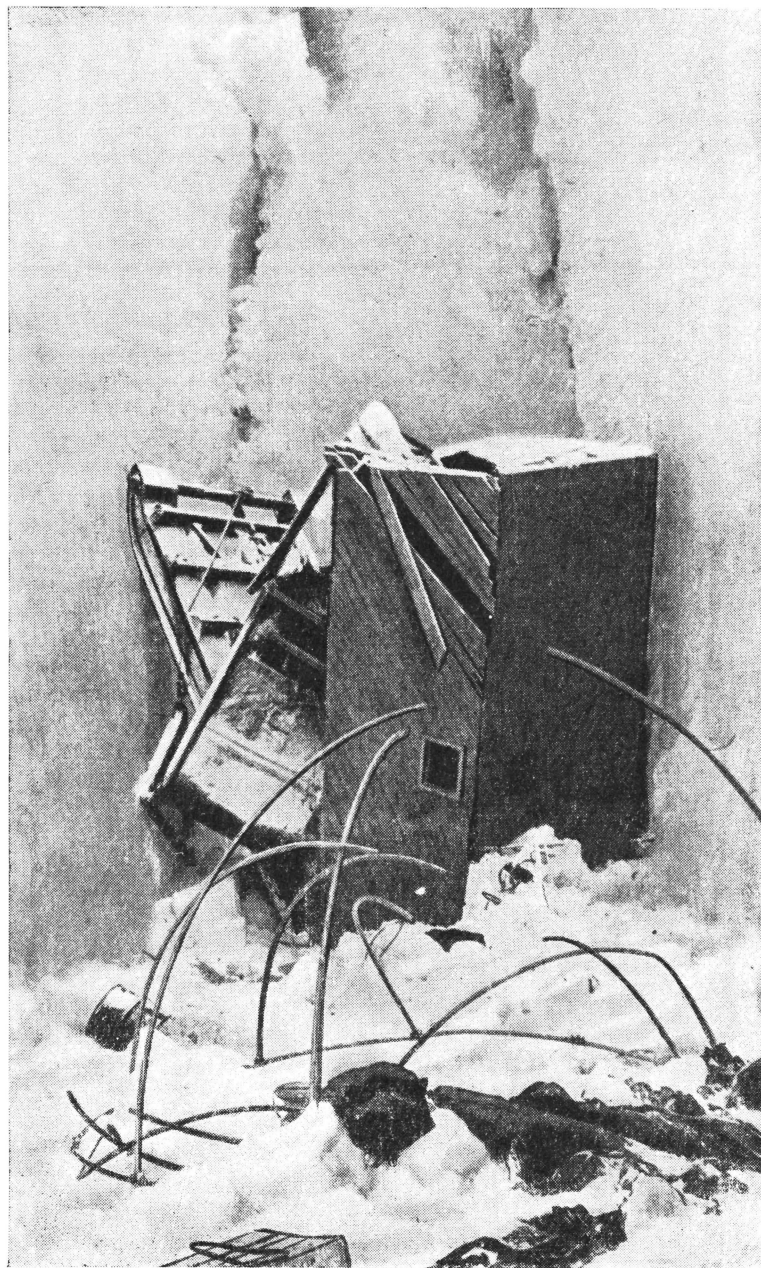
Прочно обосновавшись на берегу, советские полярники двинулись в глубь Антарктиды. Уже в первый год работы в условиях наступившей южнополярной зимы они продвинулись на 375 км от Мирного и на ледяном куполе Антарктиды, возвышающемся в этом месте на 2700 м над уровнем моря, организовали внутриконтинентальную научную станцию Пионерскую. Одновременно была создана и станция Оазис.

Следующая смена советских полярников, возглавляемая Героем Социалистического Труда А. Ф. Трешниковым, возобновила наступление на глубинные районы Антарктиды. В жестокие морозы, в метель и пургу шли вперед тяжелые тягачи. Металл не выдерживал холода и нагрузки. Рвались гусеницы, ломались сани. Водители и механики чинили их на ветру и морозе. Но полярники упорно

и настойчиво шли вперед. В начале зимы 1957 г. они продвинулись на 850 км.

Как только наступила южнополярная весна, тягачи снова двинулись вперед и 16 декабря 1957 г. достигли Южного геомагнитного полюса, расположенного

в 1410 км от Мирного. Здесь была создана станция Восток, названная так в честь другого судна антарктической экспедиции Беллинсгаузена и Лазарева. Прошло еще немного времени, и в глубине ледяного материка третьей континентальной антарктиче-



Трактор с санями провалился в трещину



Канские голуби

ской экспедицией, возглавляемой Героем Советского Союза Е. И. Толстиковым, была создана станция Советская, которая в конце 1958 г. передвинута в район Полюса относительной недоступности Антарктиды, расположенного на расстоянии 2200 км от побережья.

Осенью 1959 г. в далекий внутриконтинентальный поход по маршруту Мирный — Комсомольская — Восток — Южный полюс — Полюс относительной не-

доступности вышли тяжелые тягачи «Харьковчанки», специально сконструированные и построенные для научных исследований в условиях шестого материка. От станции Восток они прошли по заснеженным просторам Антарктиды, где еще не проводилось ни одно научное наблюдение. Преодолевая метели, морозы, снега, на огромной высоте, иногда превышающей 4000 м над уровнем моря, ученые исследовали глубину ледяного покрова и рельеф находящихся под ним горных пород. Каждый день этого беспримерного похода приносил новые дары науке. Были открыты горы и морские заливы, погребенные подо льдами Антарктиды. Стали более ясными очертания шестого континента.

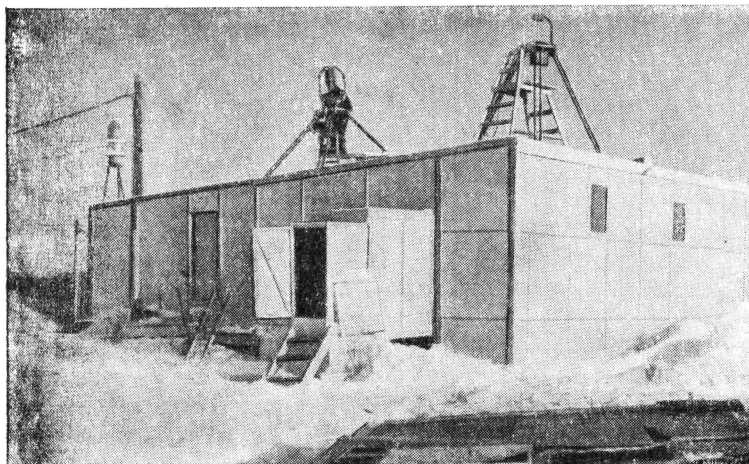
В 1960 г. советские люди основали еще одну станцию, названную именем адмирала Лазарева. Она расположилась на шельфовом леднике почти в том самом районе, где русские моряки 145 лет назад впервые увидели Антарктиду. В течение двух лет станция выполняла широкий круг научных наблюдений. Потом она оказалась в опасности. Выяснилось, что шельфовый ледник может оторваться от берегов и вместе со станцией отправиться в

странствие по Южному океану. Пришлось на твердом берегу создать новую станцию, которую называли Новолазаревской. Затем ученые обосновались на Земле Королевы Мод, начав строить станцию Молодежную, сооружение которой продолжается и сегодня.

Многие сотни раз над белыми просторами Антарктиды проносились советские самолеты. Наши летчики совершили два выдающихся перелета по маршруту Москва — Антарктида — Москва, доставив за несколько дней исследователей и строителей на далекий шестой континент и выиграв у природы несколько недель для научных и хозяйственных дел. Много раз летчики выручали ученых.

В течение 10 лет наши полярники вели наблюдения в обсерватории Мирный и на станциях Пионерская, Оазис, Комсомольская, Восток, Советская, Полюс недоступности, Лазарев, Молодежная, Новолазаревская. Четыре из этих станций находились в глубине антарктического материка.

Ученых особенно интересовало, какие тайны и загадки скрывает от человека ледяная панцирь Антарктиды. Были созданы подвижные научные лаборатории, которые располагались на вездеходах. На них совершались походы по сыпучим снегам. Иногда снежные мосты вдруг проваливались, и тягачи летели в зияющие трещины вместе с находившимися на машинах людьми. Ученые-гляциологи, углубляясь на тысячи километров в глубь континента, измеряли толщину льда. Они узнавали, что погребено под белым сфинксом — морские долины или вершины гор, — и на основе многочисленных измерений составля-



Домик на Молодежной

ли представление о подледном рельефе Антарктиды. Такие наблюдения велись в походах от Мирного до Южного геомагнитного полюса и Полюса относительной недоступности и от Мирного до Южного географического полюса. Полтора года назад в походе от Полюса недоступности до станции Молодежной был открыт подледный хребет Гамбурцева.

В результате научно-исследовательских походов санно-тракторных поездов, а также исследований с самолета была изучена толщина ледникового покрова Антарктиды на протяжении многих тысяч километров, определена мощность льда и исследован характер подледного рельефа.

Стали более точно известны очертания щита, покрывающего Восточную Антарктиду. Составлена первая примерная карта высот его поверхности. Центральная часть ледникового покрова поднимается на 4000 м над уровнем окружающих Антарктиду океанов, а к берегам океанов его поверхность полого снижается. Толщина ледникового покрова в среднем составляет 2000—2500 м, а места-



Перед отправлением к Южному полюсу

ми доходит до 4000 м. Общая масса льда на материке, по современным данным, полученным в основном Советской антарктической экспедицией, достигает 300 млн. км³. Весь этот лед находится в непрерывном движении, растекаясь от центра щита к океану. Советские гляциологи успешно разрабатывают теоретические

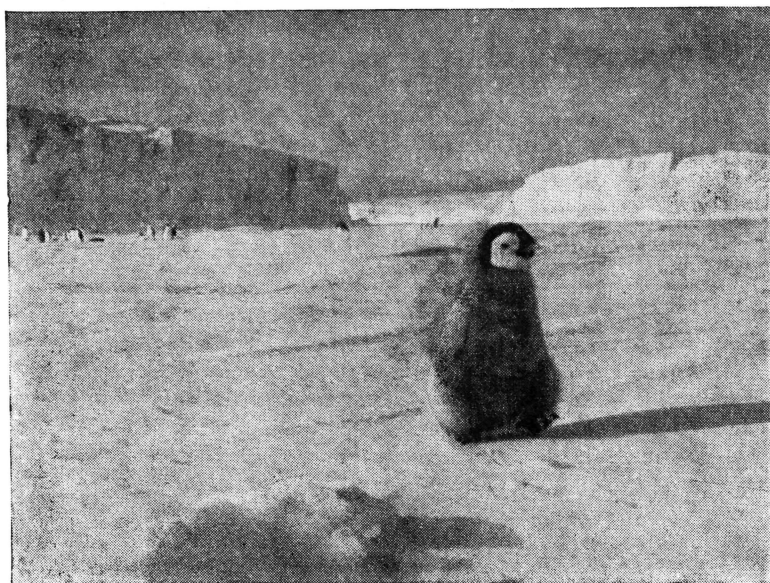
вопросы движения ледникового покрова.

Большинство гляциологов склоняется к тому, что ныне объем ледникового покрова Антарктиды медленно увеличивается, причем тенденция к росту ледника хорошо согласуется с метеорологическими, актинометрическими и аэрологическими наблюдениями.

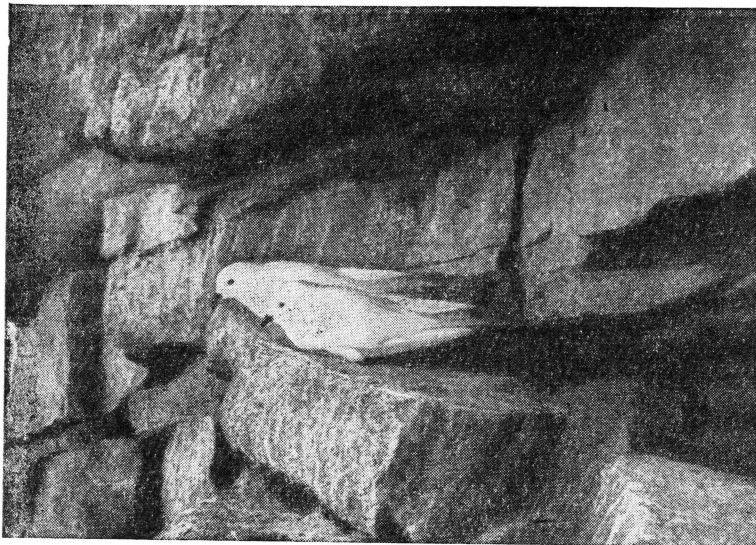
Учеными были исследованы важнейшие закономерности ветрового, температурного и радиационного режима, в том числе и над наиболее труднодоступными районами. Основные погодные характеристики оказались тесно связанными с рельефом снежно-ледниковой поверхности.

Развитие аэрометеорологических исследований позволило существенно повысить надежность прогнозов погоды, необходимых для наземного транспорта, авиации и китобойного промысла в Антарктике.

Ученые узнали, что теплый тропический воздух проникает в глубинные районы Антарктики и в основном питает материк осад-



Первые шаги



Снежные буревестники

Советские антарктические экспедиции охватили аэрофотосъемкой побережье почти всей Восточной Антарктиды. В наиболее важном в геологическом отношении районе Земли Королевы Мод проведена площадная аэрофотосъемка обширного района между 71 и 73° восточной долготы, 3° западной долготы и 12° восточной долготы.

Одновременно с этим велись попутные съемки внутриконтинентальной области до Южного полюса с самолетов и промер с исследовательских судов в южных полярных морях. В результате такой разносторонней деятельности выявлен рельеф поверхности ледникового щита внутри континента, где открыто гигантское плато Советское с высотами над уровнем моря, превышающими 4000 м, и долина протяженностью около 1000 км.

В прибрежной зоне съемками со всей необходимой подробностью охарактеризовано большое количество ледников, островов и скал.

Центральные области Антарктиды безжизненны. Только на побережье ютятся императорские пингвины и пингвины Адели, снежные и серебристо-белые буревестники и самые хищные птицы — поморники, нередко пикирующие с высоты на человека. На прибрежных морских льдах в течение круглого года обитают тюлени-крабоеды и морские леопарды, промышляющие рыбой и пингвинами. В водах Антарктики встречаются моллюски, морские звезды, морские ежи, маленькие рачки и огромные киты, которые иногда встречались на рейде Мирного, возвещая о своем появлении высокими водяными фонтанами.

Советские полярники ведут широкие геофизические исследования. Геофизики изучают изме-

нами. Почти непрерывные ураганные ветры переносят воздушные массы в южном полушарии в 2,5 раза сильнее, чем в северном. Холодный воздух Антарктики проникает в северное полушарие, оказывая существенное влияние на циркуляцию атмосферы. В свою очередь, влажный воздух субтропиков заносится ветрами в Антарктику и вызывает, например, выпадение осадков без облаков: при ясном, чистом небе вдруг начинают сыпаться ледяные иглы.

Наши аэрометеорологи впервые в зимнее время познакомились с природой Восточной Антарктиды. На советской станции Восток 25 августа 1958 г. они зарегистрировали самую низкую температуру воздуха на земном шаре (минус 87°4). Спустя два года — 24 августа 1960 г. был отмечен новый абсолютный минимум температуры на поверхности Земли — минус 88°7.

Результаты исследований в Антарктиде используются также для совершенствования долгосрочных прогнозов погоды и в северном полушарии. Это обуславливается тем, что с Антарктиды

на север распространяются не только холодные воздушные потоки, но и холодные океанические течения, которые формируются в первую очередь в прибрежной зоне антарктического материка, проникают далеко на север, за экватор и оказывают влияние на климат всего земного шара.

Полярников интересовали не большие участки свободной от льда суши, очень редкие в Антарктиде. Рек на шестом материке не найдено. Только в оазисе Бангера, где наши географы обнаружили около 1500 км² обнаженной земли, найдены маленькие ручейки и синие озера с пресной и соленой водой. Скалы, покрытые редкими мхами и лишайниками, часто источены и порой напоминают кружева. Страшен ветер в Антарктиде. Он захватывает с обнаженной суши огромное количество песчинок и ими высверливает в камне замысловатые узоры. Нередко от больших каменных глыб остается лишь тонкий верхний слой, который при ударе геологическим молотком разлетается, словно ореховая скорлупа.

нения магнитного поля Земли, процессы в верхних слоях атмосферы на высоте нескольких сот километров, фотографируют расположение, формы и спектр полярных сияний, регистрируют землетрясения и вариации космических лучей.

Сейсмическая станция в Мирном зарегистрировала сотни землетрясений, в том числе большой силы. Их эпицентры располагаются на значительном удалении от берегов шестого материка. Ближайшие к Антарктиде землетрясения зафиксированы на расстоянии 2500—3000 км.

Проведены многочисленные гравиметрические и специальные сейсмические измерения. Они велись как в походах санно-гусеничных поездов, так и во время посадок самолетов на материке. Именно комплекс сейсмических и гравиметрических определений позволил установить толщину Антарктического щита.

Гравиметрические измерения позволили определить толщину земной коры в Антарктиде, которая в Западной части континента достигает 20 км, а в Восточной — 40 км. Гравиметрические измерения в Антарктике дали особенно ценные данные для изучения фигуры Земли и точного описания ее общего внешнего гравиметрического поля. Эти данные позволили уточнить сжатие и экваториальную асимметрию Земли.

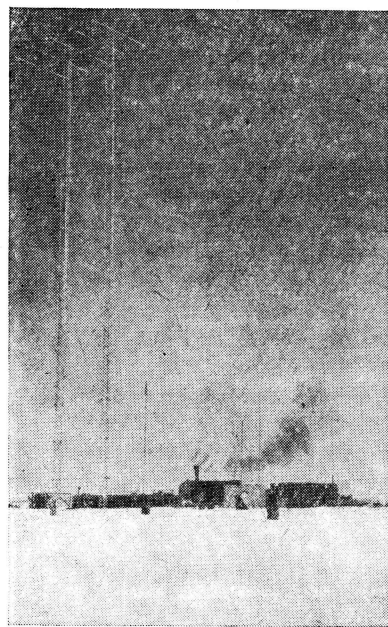
Гравиметрические определения позволили также изучить изостазию Антарктиды. В этом смысле

Антарктида представляет особый интерес, так как ледник создает нагрузку, появившуюся в недавнем прошлом. Как земная кора деформируется под действием этой нагрузки? Оказалось, несмотря на недавность нагрузки, она, в целом по Антарктиде, компенсировалась соответствующим прогибом коры и погружением ее в магму. Не компенсированными остаются лишь небольшие участки.

Интересные результаты дают наблюдения земных токов. Амплитуды их колебаний очень велики и достигают нескольких сот милливольт на километр. Отчетливо выявлена зависимость градиента вариаций электрического поля Земли от времени суток. Установлено, что суточный ход возмущенности геомагнитного поля и поля земных токов имеют одинаковый характер.

Геомагнитные наблюдения, проведенные на островах и проливах в районе Мирного, выявили зависимость вертикального градиента вертикальной составляющей магнитного поля от глубины и рельефа морского дна или ледникового ложа. Подробная магнитная съемка Мирного подтвердила, совместно с гравиметрическими и сейсмическими определениями, что выходы коренных пород в этом районе являются островами, спаянными материковым льдом.

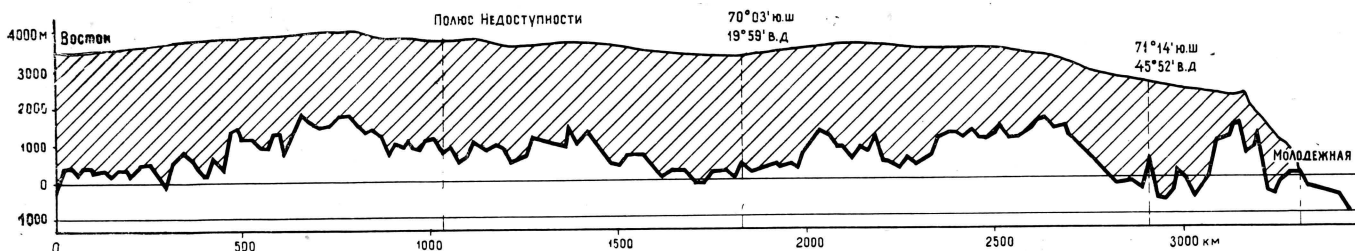
Большой научный интерес



Станция Восток

представляет изучение быстрых изменений геомагнитного поля с помощью специальных магнитографов. В результате предварительного просмотра лент этих магнитографов в дневное время в Мирном обнаружены значительные сравнительно правильные колебания магнитного поля Земли. В районе станции Восток, наоборот, эти колебания малы или вовсе отсутствуют.

Разрез ледникового покрова на маршруте Восток — Полюс недоступности — Молодежная (из атласа Антарктики)



Вклад нашей страны в изучение самой труднодоступной и наименее исследованной области планеты очень велик.

Десятью советскими антарктическими экспедициями в результате проведения исследований по программе Международного геофизического года, по Международному договору об Антарктике и по программе Международного года спокойного Солнца обследована акватория Восточной Антарктики. Советскими учеными открыто и нанесено на карты около 300 географических объектов в Антарктиде, в том числе крупные горные хребты, плато и долины, заливы и острова. Созданы достоверные навигационные и топографические карты Антарктики между 10 и 168° восточной долготы. Обследованы отдельные районы побережья Восточной Антарктиды на протяжении 7000 км.

Результаты антарктических исследований обобщены в капитальном «Атласе Антарктики», первый том которого недавно вышел в свет. Опубликованы десятки монографий и сотни статей об Антарктиде.

В январе 1966 г. на южном материке начала свои исследования одиннадцатая антарктическая экспедиция.

Дорогой ценой приобретаются научные данные об Антарктиде. На долю ученого здесь выпадают серьезные опасности и трудности. Особенно тяжело приходится зимовщикам внутриконтинентальной станции Восток, где в зимнюю пору стужа превышает 80° мороза, где разрежен воздух и сильно понижено атмосферное давление. Восточники, живущие в таких условиях на высоте 3500 м, шутят, что они трудятся на одной из ступеней от Земли во Вселенную. Вероятно, в этой шутке есть значительная доля правды.

Фото Е. С. КОРОТКЕВИЧА,
В. Е. ПРОКОФЬЕВА,
П. К. СЕНЬКО



ТЕПЛО ЗЕМЛИ НА СЛУЖБЕ ЧЕЛОВЕКА

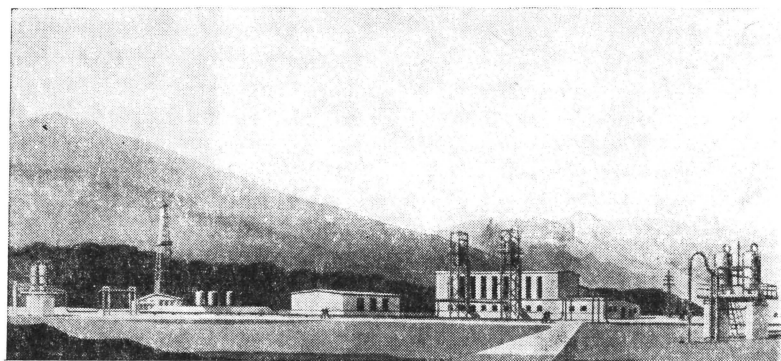


Рис. 1. Проект первой в СССР Паужетской геотермальной электростанции

Геотермические исследования необходимы для познания термического режима Земли и практического использования глубинного тепла.

Об этих исследованиях обстоятельно рассказывают на страницах «Вестника АН СССР» (1965, № 10) член-корреспондент АН СССР А. Н. Тихонов, доктора технических наук С. С. Кутателадзе и Л. М. Розенфельд, кандидат географических наук И. М. Дворов и главный специалист института «Теплоэлектропроект» Б. М. Выморков.

Помимо вулканических извержений тепловая энергия нашей планеты проявляется на поверхности в виде горячих источников и паровых струй. Подземная гидросфера Земли в основном образована горячими и перегретыми водами. Подсчитано, что запасы подземного бассейна составляют примерно 700 млн. км³, т. е. примерно половину объема воды открытого Мирового океана, а содержащееся в термальных водах тепло эквивалентно $15 \cdot 10^{15}$ т условного топлива.

Буровые скважины позволяют выводить подземное тепло на поверхность в виде горячей воды и

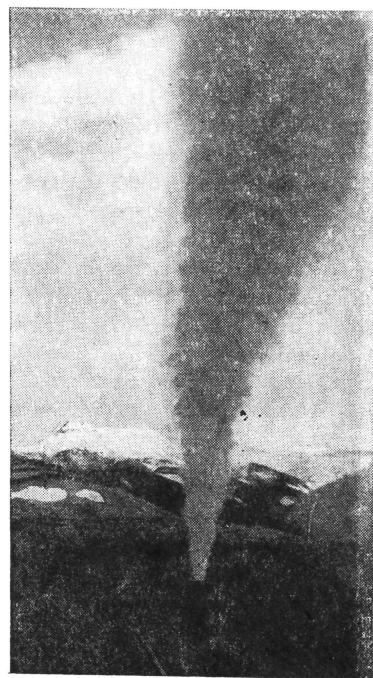


Рис. 2. Пробный выпуск пароводяной смеси

(Окончание на стр. 61)

ТОНУЛА ЛИ АТЛАНТИДА?

Опубликованная в журнале «Земля и Вселенная» (№ 3, 1965 г.) рецензия А. В. Ильина на книгу Н. Ф. Жирова «Атлантида. Основные проблемы атлантологии» стала предметом дискуссии, с которой редакция знакомит читателей.

Редакция считает выводы профессора О. К. Леонтьева достаточно обоснованными и на этом заканчивает дискуссию.

В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА «ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»

Уважаемые товарищи!

В № 3 (1965 г.) вашего журнала помещена рецензия кандидата географических наук А. В. Ильина на мою книгу «Атлантида. Основные проблемы атлантологии» (М., «Мысль», 1964 г.). Автору этой книги было бы очень ценно видеть в таком серьезном журнале, пусть даже отрицательную, но объективную критику своего труда. К сожалению, этого нельзя сказать о рецензии А. В. Ильина, внимательное рассмотрение которой показывает поверхностное знакомство рецензента с рецензируемым трудом и даже приводит к заключению о некоей тенденциозности рецензента. Это я и постараюсь доказать.

1. Основная реконструкция Атлантиды дается мною на стр. 378, а не на стр. 355, как указывает рецензент. На стр. 355 дана лишь **физиографическая** реконструкция **части** Атлантиды — **Посейдониды** — незадолго до ее окончательного погружения. Из карты на стр. 378 (где показана как батиметрия района, так и последовательность опускания) следует, что Северо-Атлантический хребет в области Посейдониды асимметричен. Его западные склоны круче и уже, в то время как с востока прилегает обширное Азорское плато и мощные отроги.

2. Утверждение рецензента, что геологически район Северо-Атлантического хребта «сохраняет преемственность строения от других соседних районов», т. е. абиссальных котловин и прочих, более

глубоководных мест, просто вызывает недоумение. Даже американские авторы подчеркивают своеобразие Северо-Атлантического хребта как одного из срединных океанических хребтов, являющихся самостоятельной структурной областью земного шара (см., например, стр. 143, 170, 174 и др.).

3. Данные американских авторов (см. стр. 265) говорят о том, что гайоты Северо-Атлантического хребта образовались очень поздно — лишь за последние 12 000 лет, а до этого они были надводными островами. До мезозоя, о котором пишет рецензент, очень далеко!

4. Рецензент, разбирая геологическое строение хребта, полностью игнорирует работы Берча и И. А. Резанова (см. стр. 121) об изменении скоростей распространения продольных сейсмических волн с повышением давления. С глубиной эти скорости приобретают значения, отвечающие более кислым породам при нормальном давлении. Далее, нет никакого противоречия в том, что, будучи базальтовым материком, Атлантида могла иметь верхний слой из уплотненных или даже сиалических пород, ибо мощность слоя таких пород не превышает 1—5 км при общей мощности хребта с «корнями» порядка 20—30 км, т. е. природа хребта преимущественно базальтовая. Так как это указано на тех же страницах, о которых упоминает рецензент, то в этом видна тенденциозность рецензии. К тому же следует указать, что по последним данным пор-

тугальских ученых на Азорских островах известны излияния андезитов, породы сиалической! Об этом вскользь упоминается и на стр. 206.

5. Рецензент не указывает ни координат, ни глубин станций, где были взяты колонки грунтов, по его мнению, подтверждающие древность погружения хребта. Но дело в том, что подобной длины (3,5—4 м) колонки могли быть взяты лишь в достаточно глубоководных местах и вот по каким причинам. Во-первых, на самом хребте слой осадков невелик, а в срединной долине обычные океанические осадки почти полностью почему-то отсутствуют (см. стр. 268, 270, а также и статьи самого рецензента!). Во-вторых, из-за резонной боязни испортить трубку, колонки, как правило, не берут с тех возвышенностей, где можно ожидать обнаженное дно или очень тонкий слой осадков. Следовательно, можно предположить, что станции, где были взяты колонки, на которые ссылается рецензент, располагались во впадинах. Но если они находятся вблизи склонов или отрогов хребта, то несомненно, что осадки с последних сбрасывались в близлежащие впадины подводными оползнями и придонными течениями. А это совершенно искажает хронологию, к тому же вообще крайне ненадежную для интер-

вала времен более 50 000 лет. Базироваться же на данных о средних скоростях осадконакопления затруднительно, ибо эти данные непостоянны и весьма зависят от места и времени. И лишь для глубоководных областей, вдали от материка и подводных хребтов, этими данными можно объективно пользоваться.

Глубокие заливы могли существовать и в эпоху субазальной Атлантиды и вследствие крайней изрезанности ее береговой линии (горная страна!), вероятно, были многочисленными. Отсюда: если колонки даже взяты вблизи склонов хребта, то не исключено попадание станции в «бывший залив». Поэтому наличие таких колонок, как описывает рецензент, без объективного анализа местоположения и особенностей рельефа дна не может еще служить критерием хронологии опускания. Заключение рецензента поспешно.

Надеюсь, рассчитывая на объективность редакции, что мой ответ рецензенту будет **полностью** помещен в одном из ближайших номеров вашего журнала.

С уважением

Н. Ф. ЖИРОВ,
доктор химических наук

В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА «ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ» ПО ПОВОДУ ПИСЬМА Н. Ф. ЖИРОВА

В письме Н. Ф. Жирова рецензент обвиняется в некоей тенденциозности по отношению к автору книги «Атлантида». Можно, по-видимому, признать это обвинение, если под тенденциозностью понимать строгий подход к современным научным данным, к фактам. Только факты и были изложены в рецензии. И не вина рецензента, что они не соглашуются с построениями Н. Ф. Жирова.

Что касается конкретных замечаний автора «Атлантиды», то на них удобнее отвечать по пунктам в том порядке, как они изложены Н. Ф. Жировым в письме в редакцию.

1. Автор письма произвольно толкует то место в рецензии, где говорится о реконструкции Атлантиды. Рецензент нигде не упоминает слово **основная**, а лишь использует рисунок на стр. 355, более наглядно иллюстрирующий точку зрения автора книги. Даже ссылка на асимметрию хребта (кстати, не столь очевидную, как это представляется автору, ибо «Атлантида» располагается не только непосредственно в районе Азорских островов, но распространяется и к югу от них) не избавляет нас от со-

мнений в правильности столь оригинальной трактовки автором книги эволюции хребта.

2. Недоумение автора письма основано на явном недоразумении и невнимательном чтении рецензии. В последней речь идет лишь о преемственности строения рельефа разных районов одной и той же провинции хребта. Было бы в высшей степени странно проводить аналогии между строением рельефа хребта и абиссальных котловин, в чем Н. Ф. Жиров невольно заподозрил рецензента.

3. Рецензент не утверждает, что гайоты к югу от Азорских островов образовались в мезозое. Он говорит о гайотах Тихого океана. Однако и о возрасте атлантических гайотов американские исследователи, на которых ссылается автор «Атлантиды», говорят лишь в предположительном смысле, а не столь категорично, как это представил Н. Ф. Жиров.

4. Рецензент осведомлен об экспериментальных работах и высказываниях по поводу изменения скоростей сейсмических волн при изменении температуры и давления. Факты тем не менее свидетельствуют, что коренных сиалических пород в пределах

Атлантического хребта пока не найдено. Все известные образцы принадлежат к базальтам.

5. Большую часть письма автор посвятил процессам осадконакопления и высказал ряд соображений, требующих рассмотрения. Прежде всего, автор письма впадает в грубую ошибку, утверждая, что осадки накапливаются лишь в понижениях донного рельефа. Это представление неверно потому, что углы наклонов подводного рельефа, как правило (в том числе и на хребте), не превышают нескольких градусов и ничто не препятствует осаждению взвешенных частиц на полого-наклонные площадки. Конечно, течения существуют и известный перенос осадков с одного места на другое имеет место; однако и в этом случае стратификация в крупных чертах сохраняется. Имеются десятки работ, в которых на основании анализов глубоководных колонок для северной Атлантики дается стратиграфия донных отложений, отмечающая основные этапы ледниковых, межледниковых и послеледниковых эпох.

Н. Ф. Жиров прав, говоря, что в рифтовой долине осадки отсутствуют или почти отсутствуют. Однако причина этого кроется не в Атлантиде, а в современных тектонических процессах, которые активно развиваются в центральной зоне хребта. Осадки в рифтовой долине отсутствуют не только в районе предполагаемого погружения Атлантиды, но и во многих других местах рифтовой системы Земли. Однако уже в рифтовых горах в разных экспедициях были получены довольно длинные колонки.

Для примера укажем, что в точке с координатами $38^{\circ}21'$ северной широты и $32^{\circ}29'$ западной долготы колонка глобигеринового ила оказалась равной

367 см, а глубина в этой точке была 2270 м. Можно привести десятки подобных примеров.

Следует остановиться также на предположении Н. Ф. Жирова о «заливах». Эта мысль вполне оригинальная, но абсолютно бесплодная, ибо в заливах высокогорной страны преимущественным распространением пользуются осадки терригенного происхождения. В районе же «Атлантиды» мы наблюдаем осадки органогенные. Достаточно взглянуть на **схему 28** в книге Хейзена и др. (1962), чтобы убедиться в этом.

В том же пункте Н. Ф. Жиров дважды упрекает рецензента в том, что он якобы ищет доказательства древности погружения хребта. В рецензии ничего этого нет. Более того, мне кажется, что вообще не было никакого погружения хребта в целом. Отдельные участки хребта ограниченных размеров могли испытывать вертикальные колебания (в геологическом смысле), о чем неоднократно говорилось и в работах рецензента. Наконец, Н. Ф. Жиров явно идеализирует возможности морских геологов при работах в океане. «Боязни испортить трубку» для них почти не существует, и они опускают свои приборы там, где представляется возможность.

В заключение мне хотелось бы ответить автору «Атлантиды» по поводу «поверхностного знакомства рецензента с рецензируемым трудом». Конечно, рецензия могла бы быть более полной и обстоятельной, если бы ее автору предоставили больше места на страницах журнала. Ограниченные возможности в этом смысле повлекли за собой изложение лишь главных, на мой взгляд, замечаний по книге Н. Ф. Жирова.

А. В. ИЛЬИН,
кандидат географических наук

СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ДАННЫЕ НЕ ПОДТВЕРЖДАЮТ СУЩЕСТВОВАНИЯ АТЛАНТИДЫ

Об Атлантиде написано много и научных, и научно-популярных, и художественных фантастических произведений. Среди научных и научно-популярных работ книга Н. Ф. Жирова выгодно выделяется не только тем, что она написана очень интересно и хорошо читается, но и, главным образом, широтой материала, привлекаемого автором для разностороннего рассмотрения вопроса: была ли Атлантида на самом деле и если была, то где она находилась, где произошла та страшная катастрофа, о которой впервые поведал миру Платон?

Но можно читать ту или иную книгу с большим интересом, можно отдать должное автору, признав достойной уважения проделанную им огромную работу, признав несомненные достоинства изложения, структуры книги, и все же не разделять его точки зрения. Я не берусь судить об исторической аргументации Н. Ф. Жирова, так как не являюсь специалистом в области истории или археологии. Что же касается геологической и геоморфологической аргументации, то позволю себе не согласиться с выводами автора относительно того, что современные

данные по морской геологии Атлантического океана говорят в пользу «атлантологии».

По этому вопросу я полностью разделяю скептическое отношение к «проблеме Атлантиды», проявленное рецензентом А. В. Ильиным, одним из наших видных специалистов по морской геологии и геоморфологии Атлантики. Я не могу согласиться с автором книги, обвиняющим рецензента в тенденциозности. Ответы в письме А. В. Ильина на «контркультуру» Н. Ф. Жирова мне кажутся вполне удовлетворительными.

Центральный район Северо-Атлантического хребта, который, по гипотезе Н. Ф. Жирова, является погруженной Атлантидой (Посейдонидай), принципиально ничем не отличается от остальной части Срединно-Атлантического хребта — одного из звеньев единой системы срединных океанических хребтов. Открытие этой системы представляет собой факт, значение которого не исчерпывается рамками морской геологии. Современные геоморфологические и геофизические данные убедительно свидетельствуют, что эта система представляет собой особый тип тектоники Земли наравне с материковыми платформами, окраинными геосинклинальными областями (переходными зонами) и талассократонами. Те же американские авторы, на которых ссылается Н. Ф. Жиров, подчеркивая «своеобразие» этой части Срединно-Атлантического хребта, отмечают (в более поздних работах) морфологическое сходство его с Центрально-Индийским и Индийско-Аравийским хребтами и с другими звеньями этой системы. Заметные отличия в строении имеет лишь Восточно-Тихоокеанский хребет, но эти отличия связаны, по всей вероятности, с тем, что последний находится в более ранней стадии развития.

Всем срединным хребтам, по-видимому, присущи тенденции вертикальных положительных движений, исключаящие возможность таких грандиозных и катастрофических погружений, которые необходимо признать, если стать на точку зрения «атлантологов». Эта общая тенденция не исключает, разумеется, местных погружений, проявлением которых являются рифтовые долины, гайоты и пр.

Никак нельзя согласиться с истолкованием геофизических данных о строении хребта в том плане, что хребет имеет корни, якобы аналогичные корням гор на материках. Корни гор материков представляют собой местное раздувание мощностей гранитного и базальтового слоев. Корни же срединного хребта связаны либо с внедрением вещества мантии в базальтовую оболочку, либо, согласно другой точке зрения, с особенностями строения верхней мантии под срединными хребтами.

Н. Ф. Жирова можно упрекнуть в некоторой непоследовательности: в одних случаях он пытается

доказать сходство геофизического строения срединного хребта с существующими материками, прибегая, в частности, к помощи гипотезы осадочного происхождения гранитов и к собственному истолкованию данных о скоростях упругих волн, в других — говорит о «базальтовом материке», об исключительности геотектонического строения Атлантиды, которая якобы и явилась причиной ее гибели.

В поисках существования суши на месте центральной части Северо-Атлантического хребта Н. Ф. Жиров апеллирует к находкам ледниковых отложений и других субаэральных форм на банках Поркупайн и Роккол. Однако обе названные подводные возвышенности есть части шельфа. Сомнений в материковом строении земной коры под ними как будто бы нет, и в силу этого такие находки ничего не говорят в пользу гипотезы автора «Атлантиды».

Рецензент прав, считая, что если бы Атлантида действительно существовала там, где она должна была находиться, по мнению Н. Ф. Жирова, это неизбежно отразилось бы на составе донных осадков. Между тем на гребне и на склонах срединного хребта развиты преимущественно пелагические биогенные отложения. С предположением Н. Ф. Жирова о том, что океанологи стараются брать осадки в пониженных участках дна из «боязни испортить трубку» на возвышенностях, не согласится, пожалуй, ни один морской геолог. Мощность же пелагических биогенных отложений — фораминиферовых и птероподовых илов здесь очевидно не меньше 4 м, что при современной скорости накопления этих осадков в Атлантике дает по крайней мере 330 000 лет, в течение которых шло непрерывно накопление этой толщи. На самом же деле этот отрезок времени гораздо больше, так как, во-первых, современные скорости осадкообразования много больше, чем даже в недавнем геологическом прошлом, а, во-вторых, на гребнях подводных хребтов происходит не только аккумуляция, но и смыв материала.

В книге «Атлантида» ее автор несколько раз возвращается к мысли об исключительности строения Северо-Атлантического хребта, об его резком отличии от других срединных хребтов. Наиболее детально этот вопрос рассматривается на страницах 172—178. Здесь, однако, автор допускает явную ошибку, включая в понятие «срединные хребты» и такие хребты, как Гавайский, Ломоносова и Менделеева, которые действительно имеют очень мало общего в строении со Срединно-Атлантическим, но именно потому, что они не являются срединными в современном морфогенетическом и тектоническом понимании этого термина.

Н. Ф. Жиров привлекает к подтверждению гипотезы о затоплении Атлантиды представления о «великой антропогеновой трансгрессии Мирового

океана», имеющей якобы тектоническое происхождение. Трансгрессии океана в антропогене были неоднократно, причем наиболее вероятной остается их связь с эпохами оледенений и межледниковьями. Современные представления (см., в частности, К. К. Марков, Г. И. Лазуков, В. А. Николаев «Четвертичный период», 1965 г.) об этих трансгрессиях сводятся к признанию того, что в четвертичное время уровень океана не повышался более чем на 10 м над современным уровнем, а понижение его достигало отметки — 100 м. Древние береговые линии, обнаруживаемые на больших глубинах, вполне вероятно связаны с позднейшими погружениями. Однако нигде не известны какие-либо признаки древних береговых линий на глубинах порядка 3000 м, а Атлантида, если бы она была, в среднем погрузилась бы примерно на 3000 м, судя по батиметрическим картам. Мне представляется, что говорить о «великой антропогеновой трансгрессии» нет достаточных оснований. Предшествующие, например, миоценовая и верхнеплиоценовые трансгрессии были гораздо более «великими». К тому же представление о «великой антропогеновой трансгрессии» ничего не дает для доказательства существования Атлантиды. Если согласиться с Н. Ф. Жировым, то, далее, следует признать, что 12 000 лет назад произошло в течение очень короткого времени погружение на дно океана массы объемом более 3 млн. км³. Это должно было бы вызвать понижение уровня Мирового океана на 7 м, что не могло бы остаться незамеченным. Даже если это погружение имело сугубо катастрофический характер («несколько дней и ночей») и сопровождалось цу-

нами (о чем вскользь упоминает Н. Ф. Жиров на стр. 373 своей книги), то все равно после этого уровень должен был бы понизиться на 7 м, так как объем впадины океана увеличился на 3 млн. км³. Между тем в том длинном списке событий последнего оледенения и голоцена, который приводит автор «Атлантиды», никаких упоминаний о таком понижении уровня моря не приводится. Напротив, по сводке А. В. Шнитникова, время погружения Атлантиды совпадает со временем трансгрессии Фолас. Масштабы этой трансгрессии, однако, весьма скромны.

Таким образом, напрашивается вывод, что ни данные морской геологии, ни данные палеогеографии четвертичного периода не дают оснований для утверждения, что Атлантида действительно существовала, что она находилась там, где ее «помещает» Н. Ф. Жиров, и что она могла так скоропостижно, катастрофически погибнуть. Иначе говоря, я присоединяюсь по этому вопросу к мнению автора рецензии.

Вместе с тем, каждому, кто интересуется историей и природой нашей планеты, я бы рекомендовал прочитать увлекательную книгу Н. Ф. Жирова. Независимо от того, поверит читатель в реальность былого существования Атлантиды или нет, он черпнет для себя из этой книги много интересного и ценного в приводимом в ней фактическом материале и, надеюсь, прочтает ее с большим интересом.

О. К. ЛЕОНТЬЕВ,
доктор географических наук

(Начало на стр. 56)

пароводяной смеси различных температур, начиная от 35 до 200° С.

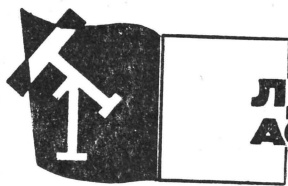
В СССР насчитывается не менее 50 крупных бассейнов термальных вод, занимающих площади в десятки, сотни тысяч и даже миллионы квадратных километров в Европейской части нашей страны, на Кавказе, в Западной и Восточной Сибири, Средней Азии. Геотермальная энергетика нашей страны может использовать горячую воду, пароводяные смеси и парогазовые струи вулканических районов, где тепло распространено на относительно малых глубинах, а также термальные воды тех районов, где тепло характеризуется глубоким залеганием.

В 1966 г. намечается завершение первого этапа строительства Паужетской геотермальной электростанции на Камчатке. Эта электростанция даже при ее небольшой мощности (5000 кет) по стоимости строительства и годовым эксплуатационным расходам экономичнее тепловой на обычном топливе. Своей проектной мощности электростанция достигнет в 1967 г. К 1970 г. введение дополнительных вакуумных турбин позволит повысить мощность Паужетской станции до 12 500 кет.

Вслед за Паужетской будут строиться Больше-Банная, Южно-Курильская и Жировская геотермальные электростанции. В перспективе создание на Камчатке более мощных, порядка 100 тыс. кет., геотермальных электростанций.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА МИРА

Новая геологическая карта мира,готавливаемая усилиями ученых разных стран под руководством специальной комиссии, созданной XXII Международным геологическим конгрессом (Нью-Дели, Индия, декабрь 1964 г.), должна выйти в свет в 1968 г. Она впервые в целом покажет геологические черты не только населенных континентов, но и обеих полярных шапок Земли и дна Мирового океана. Сведения об этой карте содержатся в статье доктора Уильяма Джонстона-младшего, опубликованной в № 2 за 1965 г. журнала «G. W.», являющегося органом университета им. Джорджа Вашингтона (США).



ИЗ ДАЛЬНИХ ЛЕТ МОСКОВСКОГО ОБЩЕСТВА ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

Ю. Г. ПЕРЕЛЬ

Юрий Григорьевич Перель [1905—1964] на протяжении многих лет был активным членом Московского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества, ученым секретарем Комиссии по истории астрономии Астрономического совета Академии наук СССР. Широко известны его книги «Выдающиеся русские астрономы» [1951], «Развитие представлений о Вселенной» [1958], его статьи о юбилейных датах и библиографические материалы в «Астрономическом календаре», многочисленные рецензии на выходящие астрономические книги.

Из публикуемых здесь воспоминаний Ю. Г. Переля читатель узнает о деятельности общества в начале 20-х годов и о первых шагах в науке некоторых из ныне известных советских ученых.

С самого основания—с 1908 г.—Московское общество (в первые годы—кружок) любителей астрономии помещалось в реальном училище Воскресенского, сначала на Мясницкой (теперь улица Кирова) в доме 47, а потом во вновь выстроенном здании на углу Введенского и Дегтярного переулков (ныне Подсоленного и Казарменного). Теперь в нем помещается Инженерно-экономический институт. На крыше этого здания была астрономическая площадка (обсерваторию из-за войны выстроить не удалось). На ней один из старейших членов общества В. М. Войнов, преподаватель и бывший инспектор училища, вел долгие наблюдения солнечных явлений и дважды в неделю показывал небо всем желающим в принадлежащий обществу 7-дюймовый рефрактор.



Первая (Аршиновская) обсерватория общества

В 1919 г. я учился в школе второй ступени — бывшей 1-й Московской гимназии. Она обладала отличным составом преподавателей, и в числе их был будущий член-корреспондент Академии наук СССР С. В. Орлов. Астрономией я уже интересовался, предполагал, что она будет моей специальностью. Из бесед с С. В. Орловым узнал о В. М. Воинове, о существовании астрономической площадки во Введенском, от них обоих — о существовании общества и о том, кто может быть его членом*.

Впервые я был на собрании общества 12 октября 1919 г. Собрания тогда проходили в среднем один раз в четыре недели, по воскресеньям с 14 до 17—18 часов. В программу каждого из них входило обычно два доклада, выборы новых членов и «текущие дела». Заседание 12 октября было в здании бывшей реформатской гимназии (Б. Трехсвятительский, ныне Б. Вузовский переулок).

Несколько слов о составе общества в то время. Численность его сильно уменьшилась в связи с тем, что в 1919—1921 гг. многие жители Москвы временно переехали в провинцию. Это, естественно, коснулось и ряда членов общества и его активных деятелей.

В правление общества входили: председатель С. Н. Блажко, товарищ председателя А. А. Михайлов, секретарь К. Л. Баев, казначей Л. М. Серебряков, библио-

* По уставу общества, утвержденному в 1912 г., в члены общества принимались лица, достигшие гражданского совершеннолетия (т. е. 21 года). Этот пункт с самого начала строго не соблюдался — принимались студенты и просто окончившие среднюю школу, не достигшие совершеннолетия. После революции в члены общества стали принимать и школьников-любителей.



Открытие первой обсерватории. Коллектив наблюдателей МОЛА 30 мая 1922 г. Сидят слева направо: М. Е. Набоков, Б. А. Воронцов-Вельяминов, П. П. Паренаго, Б. В. Недзвецкий. Стоят: Ю. Г. Перель, В. В. Белоусов, Г. Г. Тюрк, А. П. Моисеев; последние справа: Л. С. Яголим и Л. С. Казаков

текарь А. Н. Волохов (тогда еще студент), члены правления А. К. Беляев, В. М. Войнов, А. С. Миролубова, С. В. Орлов. Из числа членов общества, постоянно посещавших заседание, раньше других мне запомнились известный художник А. М. Васнецов, инженер Н. А. Самгин, из молодых — Н. Я. и Е. Я. Бугославские.

Последующие собрания, начиная с 16 ноября 1919 г. и до конца 1922 г., происходили уже в помещении Общества испытателей природы, в так называемом Круглом зале, в правом крыле старого здания Университета на Моховой улице. На собрании 16 ноября 1919 г. я был избран членом общества.

Хочу остановиться на характере докладов того времени. В основном это были обзоры, в которых на очень высоком, уровне, но популярно давался «сгу-

сток» известного по данной проблеме. Время было трудное — наша страна находилась в блокаде, иностранная литература не поступала. Даже о выдающихся зарубежных трудах специалисты узнавали лишь отрывки. Астрономов-специалистов в Москве было не более десятка. Докладчиков явно не хватало. Неоднократно с докладами выступали С. Н. Блажко и А. А. Михайлов.

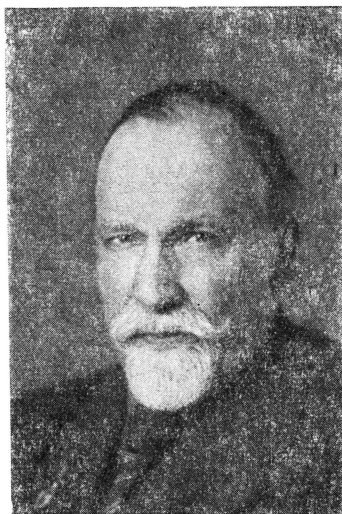
Первый доклад, который я слушал, был прочитан С. Н. Блажко о комете, открытой любителем астрономии Селивановым. С. Н. Блажко в докладе так определил различие между астрономами-специалистами и астрономами-любителями: «Общее различие только одно — в источнике средств к существованию. Прочие различия — индивидуальные».

Среди других докладов помню такие, как доклад К. Л. Баева

«Из истории проблемы обитаемости миров», Э. К. Эпика «Расстояния до спиральных туманностей», известного геолога, академика А. П. Павлова «Природа и происхождение форм лунной поверхности», В. А. Костицына «Строение шарообразных звездных куч», В. В. Стратонова «Проект Главной астрофизической обсерватории в России».

Библиотека общества оставалась до февраля 1920 г. в прежнем помещении, а затем предложили вывезти ее. А. П. Павлов предоставил для библиотеки комнату в Геологическом институте университета (теперь в этом здании помещается Геолого-разведочный институт имени Г. К. Орджоникидзе). Но где взять транспорт? Среди членов общества был В. Н. Лихарев — шофер по профессии, окончивший университет имени Шанявского по специальности химии. Он заведовал тогда культотделом профсоюза транспортных рабочих и имел в распоряжении грузовую машину, которую удалось использовать для перевозки библиотеки. Перевозка и «водворение» библиотеки на новое место заняли три воскресенья. В эти дни мы много говорили о формах активной работы, в которой была особенно заинтересована группа молодых членов общества.

На годичном собрании 4 апреля 1920 г. происходили выборы секретаря и члена правления. Незадолго до этого из правления выбыли К. Л. Баев и С. В. Орлов. Первый был избран профессором астрономии Нижегородского, второй — Пермского университетов. Вместо выбывших секретарем избрали А. С. Миролюбову, а членом правления — В. В. Стратонова. Это был весьма известный астроном, его монографии «Солнце» и «Звезды» знали многие. Но В. В. Стратонов держался высокомерно, к обществу



С. В. Орлов
(1880—1958)

вовсе не тяготел. Мы голосовали против, но он был избран. На следующем собрании 2 мая при выборах члена правления вместо А. С. Миролюбовой руководителями общества было предложено совсем неизвестное нам лицо — профессор университета В. А. Костицын. Мы решились на «фронду» — выдвинули «своего» — К. С. Попова. Оба кандидата неожиданно получили одинаковое число голосов (11). Тогда выступил А. М. Васнецов и порекомендовал перенести выборы, приведя очень тактичную мотивировку, что профессор В. А. Костицын, конечно, достойный кандидат, но его, к сожалению, мало знают.

Стремление руководителей общества привлечь «поближе» В. В. Стратонова и В. А. Костицына объективно было правильное. В. В. Стратонов был деканом физико-математического факультета, В. А. Костицын заведовал отделом научной литературы Наркомпроса. Они могли, при желании, оказать обществу большую помощь. После своего доклада 30 мая В. А. Костицын прошел в

члены правления. Потом В. А. Костицын и В. В. Стратонов по два-три раза выступили в обществе, но в делах его много участия не принимали и даже не бывали на заседаниях правления.

Постепенно наше стремление к «активности» принимало более конкретные формы и нашло отражение в предложении В. Н. Лихарева организовать в составе общества секцию популярной астрономии.

В составе общества была тогда только одна секция — по теоретическим вопросам астрономии и астрофизики, но и она собиралась редко (один-два раза в год). В прошлом была и вторая секция — популярной астрономии под руководством В. М. Войнова, но ее деятельность ограничивалась заседаниями с популярными докладами, а потом и они прекратились.

По уставу для организации секции требовалось представление за подписью не менее двадцати пяти членов и постановление собрания общества. Подписи были собраны, причем среди подписавшихся были и многие «старые». Июньское собрание утвердило секцию.

В начале июля в клубе транспортных рабочих на углу Тверской и Камергерского переулков (ныне улицы Горького и проезда Художественного театра) состоялось первое собрание секции. После двух популярных докладов о спектральном анализе С. Н. Блажко и профессора химии С. Г. Крапивина, привлечших большую аудиторию, были обсуждены организационные вопросы. Председателем секции был избран В. Н. Лихарев, секретарем я. Тогда же была образована комиссия по распространению астрономических знаний под председательством К. Л. Баева.

Летом состоялись два собра-

ния секции с докладами профессора зоологии В. Д. Лепешкина «Происхождение жизни на Земле» и Н. П. Тихонова «Астрономия невидимого» (астрофотография). Комиссия по распространению астрономических знаний наметила план работы в контакте с Московским отделом народного образования, где вопросами популяризации астрономии ведал А. К. Беляев, но осуществить план не пришлось. Осенью В. Н. Лихарев перешел на работу в коллегию транспортного управления Моссовета и был очень занят. К. Л. Баев на продолжительное время выехал в Нижний Новгород. Я в августе надолго заболел.



К. Л. Баев
(1881—1953)

О деятельности общества в период с сентября 1920 по февраль 1921 г. я мог судить только по получаемым повесткам на собрания (а ими деятельность и ограничивалась), на которых ставились доклады с обзорами иностранной литературы.

Вновь я оказался в обществе

13 марта 1921 г. Это было годовое собрание. Условия жизни в Москве начинали улучшаться. Многие, в свое время уехавшие из Москвы, теперь возвращались. На собрании оказался ряд новых для меня людей, в числе их — М. Е. Набоков, М. К. Вентцель и другие. Доклад об успехах астрономии сделал В. А. Костицын. Из доклада впервые стало известно о работах Бергстранда и Лундмарка (1920 г.) по определению расстояния до спиральных туманностей и о подтверждении «эффекта Эйнштейна» при наблюдении полного солнечного затмения 1919 г.

После доклада состоялись очередные перевыборы правления и ревизионной комиссии. Были избраны: председателем С. Н. Блажко, товарищем председателя А. А. Михайлов, членами правления В. М. Воинов, В. А. Костицын, М. Е. Набоков, казначеем Л. М. Серебряков, библиотекарем А. Н. Волохов, секретарем А. С. Миролюбова. В. В. Стратонов не собрал необходимого числа голосов. Этому предшествовала реплика-вопрос одного из присутствующих: «На общих собраниях мы этого члена правления давно не видели; часто ли бывал он на заседаниях правления?». Последовала справка секретаря: «Не был ни разу». Выборы четвертого члена правления были отложены, а на следующем собрании В. В. Стратонов все-таки прошел — «молодые» не успели договориться, и их голоса разбились между несколькими кандидатами*. На том же собрании М. Е. Набоков предложил возобновить коллоквиумы-собрания с обзорами текущей литературы, в свое

* Через полтора года, осенью 1922 г., В. В. Стратонов вместе с группой профессоров и писателей был выслан за антисоветскую деятельность за границу.

время проводившиеся под руководством С. Н. Блажко. Предложение было принято, и коллоквиумы стали проводиться один-два раза в месяц в помещении библиотеки.

Секция популярной астрономии фактически распалась, а возрождение ее произошло несколько позже при следующих обстоятельствах. Кроме Трындинской обсерватории на Б. Лубянке (ныне обсерватория Московского государственного педагогического института имени В. И. Ленина), которой тогда заведовал А. К. Беляев, в Москве была обсерватория над зданием бывшего Комиссаровского технического училища. Эту обсерваторию с ее 6-дюймовым рефрактором Московский отдел народного образования также использовал для показа неба экскурсиям и одиночным посетителям. Заведовал обсерваторией А. Н. Волохов (окончивший тогда университет), помощником его был студент М. Ф. Федоров. Сюда приходили многие члены общества, одни постоянно, другие — время от времени.

В ходе наших повседневных (правильнее сказать, повсечерных) разговоров мы пришли к выводу, что секцию популярной астрономии надо восстановить, но задачи перед ней поставить более широкие, чем это мыслилось раньше. Широкое распространение астрономических знаний — дело нужное, и секция может оказать отделу народного образования большую помощь. В обществе много серьезных любителей астрономии, главным образом молодых, им надо расти, а многие мечтали стать астрономами-профессионалами. Организовать работу молодых кадров, помочь их росту — главная задача. Ее, разумеется, надо решать при помощи ведущих специалистов, но их мало, они загружены, следовательно, организовать дело и «толкать» его надо самим. Это



П. П. Паренаго
(1906—1960)

было трудно, но необходимо. Организационное руководство решили поручить В. Н. Лихареву, к которому меня направили в июле для переговоров. В. Н. Лихарев одобрил все предложения, согласился и дальше быть председателем, но предупредил, что активно включиться в работу сможет только в сентябре. До сентября мы провели несколько собраний секции с научными сообщениями. Большинство их было реферативными, но не все — на одном из заседаний К. Н. Шистовский демонстрировал сконструированный им астрокосп.

«Мостранс», где работал В. Н. Лихарев, имел свою типографию, там печатались повестки на заседания. Это давало возможность широко рассылать и расклеивать их. И если на первом заседании присутствовало не более семи-восьми человек, то потом число присутствующих с каждым заседанием возрастало, появились новые, ранее неизвестные люди.

Один такой «неизвестный» появился впервые в один из вечеров на «Комиссаровской» обсерватории. Он только что переехал в Москву из Екатеринослава

(Днепропетровск), где окончил среднюю школу и давно уже определился как любитель астрономии, собирался поступать в университет и хотел связаться с московскими любителями. Это был Б. А. Воронцов-Вельяминов. С одного из заседаний я вышел с другим неизвестным мне «новеньким». Мы прошли с ним до Волхонки. Он рассказал, что посещает лекции на физмате, но студентом его пока по малолетству не зачисляют — нет еще шестнадцати лет. Это был П. П. Паренаго.

Шел первый год нэпа. Вновь открылись книжные магазины на Моховой против старого здания университета. «Твердого» рубля еще не было, счет повседневных расходов велся на тысячи и миллионы. Соответственной была и цена книг. У нас был волчий аппетит на книги, но миллионов не хватало. Поэтому книжная торговля в значительной степени была «меновая»: свои старые книги меняли на новые. Совершая одну меновую операцию (с доплатой 500 000 руб. за «Тайны неба» Литтрова, с печатью на титуле «Преосвященный епископ Петр»), я познакомился с совершавшим такую же операцию Г. Ф. Хильми (тогда начинающим студентом-математиком). Вскоре он стал участником секции.

Постепенно включились в секцию С. К. Всехсвятский, В. И. Козлов (позднее астроном Ташкентской обсерватории). Из старых членов общества участниками секции стали К. А. Боборицкий (преподаватель механики, сотрудник «Астрономического календаря» и «Природы») и Б. В. Надзвецкий (в свое время окончил университет, тогда преподавал фотографию в Межевом институте), геолог Л. В. Попов, А. С. Яголим, А. Б. Поляков, А. М. Рыбаков.

Благодаря В. Н. Лихареву

работа резко активизировалась. Через каждые две недели по вторникам проходили общие собрания секции с докладами и сообщениями, а в остальные вторники — заседания «научного совещания» так называлась комиссия в составе председателя секции, секретаря и пяти членов (К. Л. Баев, К. А. Боборицкий, Б. А. Воронцов-Вельяминов, М. М. Гернет, А. П. Моисеев). Впрочем на этих заседаниях присутствовало большинство членов секции, а обсуждались на них следующие



М. Е. Набоков
(1887—1960)

основные вопросы: подготовка к наблюдениям лунного затмения 16 октября 1921 г., разработка плана создания солнечной обсерватории и подготовка издания «Трудов секции популярной астрономии».

О подготовке наблюдений затмения и о проведении самих наблюдений здесь нет необходимости вспоминать. Важно отметить другое: эти наблюдения явились как бы проверкой желания и возможностей проведения плановых и коллективно организуемых на-

блюдательных работ силами молодых кадров. Тогда именно сложилась идея организации коллектива наблюдателей, и главным организатором этого дела стал Б. А. Воронцов-Вельяминов.

Кто первый выдвинул мысль о создании солнечной обсерватории, сейчас установить трудно, но наибольшую активность в этом вопросе проявили А. Н. Волохов и Б. В. Недзвецкий. Было предложено построить обсерваторию в Кучине на территории отделения Астрофизического института, там, где располагался Аэрогидродинамический институт, в котором работал Н. Е. Жуковский. С Астрофизическим институтом (возглавлял его тогда С. Л. Бастанов) велись переговоры и было достигнуто согласие по всем вопросам, связанным с созданием обсерватории и ее задачами.

Издание «Трудов» секции оказалось очень жизненным делом. Статьи с результатами собственных наблюдений, а также работы обзорно-реферативного характера имелись у многих, а возможностей для опубликования их не было. Первый выпуск «Трудов» был скомплектован быстро, столь же быстро отредактирован при участии наиболее квалифицированных членов секции и сдан в производство. Здесь надо напомнить о том, что в период эша все типографии перешли на хозрасчет. Секция не имела никаких денежных средств, и В. Н. Лихарев взялся за организацию печатания «Трудов» через одну из ведомственных типографий, без расходов со стороны общества.

В ноябре в Москву приехал в командировку (примерно на две недели) директор Пулковской обсерватории А. А. Иванов. Он был на заседании секции и научного совещания и заинтересовался новыми начинаниями. Совместно с С. Н. Блажко А. А. Иванов ознакомился с проектом солнечной

обсерватории и обещал поставить его на обсуждение совета астрономов Пулковской обсерватории, а потом оказать содействие в получении средств на строительство и оборудование. Поддержка А. А. Иванова имела решающее значение. Кроме того, А. А. Иванов написал очень яркое предисловие к «Трудам» секции.

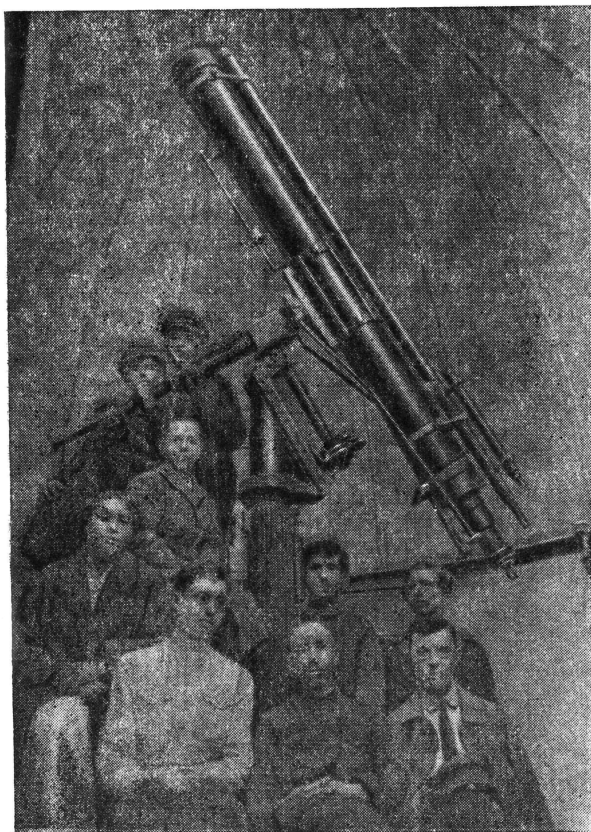
В декабре в Москву приехали председатель Русского общества любителей мироведения (РОЛМ), директор Научного института имени П. Ф. Лесгафта, известный ученый-швейцарец Н. А. Морозов и редактор журнала «Мироведение» Д. О. Святский. Приезд их был связан с трудным моментом в жизни РОЛМ — оно было снято с госбюджета и под ударом оказалось существование «Мироведения», единственного тогда астрономического журнала в стране. Во вторник 13 декабря Н. А. Морозов и Д. О. Святский пришли на

заседание секции. Поставленные на повестку доклады членов секции были сняты. Присутствующие попросили Н. А. Морозова рассказать о его научных трудах. Неожиданно для всех ученый заговорил об истории древнего мира. Излагал свои мысли Н. А. Морозов увлекательно, держался с исключительной простотой и произвел на нас незабываемое впечатление.

После доклада обсуждали вопросы взаимосвязи и взаимопомощи между РОЛМ и нашей секцией. Переговоры Н. А. Морозова и Д. О. Святского в Главнауке о сохранении общества (РОЛМ) и его журнала на госбюджете еще не были окончены (потом все решилось положительно). В. Н. Лихарев высказал мысль, что издание «Мироведения» можно наладить в Москве на тех же условиях, что и издание «Трудов» секции, т. е. без затрат со стороны общества.



Члены МОЛА в гостях в Русском обществе любителей мироведения, 1923 г. Сидят: В. П. Цесевич (второй слева), С. М. Селиванов, Б. А. Воронцов-Вельяминов, П. П. Паренаго, Н. Я. Бугославская, за ней — Е. Я. Бугославская



На обсерватории РОЛМ. Первый ряд (слева направо): Б. А. Воронцов-Вельяминов, С. М. Селиванов, П. П. Паренаго. Второй ряд: Е. Я. Бугославская, В. П. Цесевич, Н. Я. Бугославская

Это было, как уже сказано, 13 декабря, а на другой день мы узнали о смерти В. Н. Лихачева. В возрасте 24 лет ушел из жизни талантливый и энергичный человек.

За несколько дней до этого события прибыла корректура первого выпуска «Трудов». Для ускорения издания решили, что читать корректуру будут не все авторы, а группа из трех человек во главе с Б. В. Недзвецким. Корректура была готова через два-три дня после смерти В. Н. Лихачева, и никто не знал, куда и кому ее возвращать. Лишь через

неделю удалось найти в «Мострансе» сотрудника, который по поручению В. Н. Лихачева связывался с типографией. Через него узнали, что в типографии, не дождавшись возвращения корректуры, рассыпали набор.

Таким образом, «Труды» не увидели света. Прекратилась подготовка к строительству солнечной обсерватории.

Секция популярной астрономии под председательством А. Н. Волохова, а с весны 1922 г. — вернувшегося в Москву К. Л. Баева продолжала работу по объединению начинающих любителей.

Из нее выделились и организационно оформились коллектив наблюдателей МОЛА и секция астрофизики. Любители в наибольшей степени интересовались астрофизикой. Новая секция, возглавляемая с 1922 г. Б. В. Недзвецким, первое время оживленно работала. Между тем на базе организационного комитета Главной астрофизической обсерватории (строительство которой тогда невозможно было осуществить) был создан Астрофизический институт, который возглавили переехавший в Москву В. Г. Фесенков и вернувшийся из Перми С. В. Орлов. Научные собрания в институте, естественно, и стали центром астрофизических интересов.

Иная судьба была у коллектива наблюдателей, оформившегося в начале 1922 г. по инициативе и под руководством Б. А. Воронцова-Вельяминова, при близком участии М. Е. Набокова как консультанта. Коллектив стал школой астрономов-наблюдателей. Из его состава вышел ряд выдающихся ученых, в первую очередь Б. А. Воронцов-Вельяминов и П. П. Паренаго. Особенно значительны заслуги коллектива в изучении переменных звезд и метеоров.

Летом 1922 г. решила и моя судьба. Мне не удалось поступить на физико-математический факультет. Все последующее сложилось не так, как предполагалось. Близкая связь с обществом прекратилась. Оставаясь членом общества, я на протяжении десятилетий был только эпизодическим посетителем общих собраний и «домашним» (насколько позволяло время) читателем астрономической литературы. И то и другое (особенно первое) помогло не отстать от нового и с 1949 г. начать более глубоко заниматься историей астрономии.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О НЕКОТОРЫХ УЧАСТНИКАХ МОСКОВСКОГО ОБЩЕСТВА ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ, УПОМИНАЕМЫХ В СТАТЬЕ Ю. Г. ПЕРЕЛЯ

С. В. Орлов (1880—1958), известный специалист в области кометной астрономии. С 1943 г.— член-корреспондент АН СССР, в 1943—1952 гг.— директор ГАИШ.

А. А. Михайлов (р. 1888), выдающийся специалист по теории затмений, гравиметрии, астрономическим постоянным. С 1943 г.— член-корреспондент АН СССР, с 1963 г.— академик, с 1947 по 1964 г.— директор Пулковской обсерватории.

С. Н. Блажко (1870—1956), специалист по практической астрономии и исследованию переменных звезд, автор нескольких университетских учебников. С 1929 г.— член-корреспондент АН СССР.

К. Л. Баев (1881—1953), специалист по теоретической астрономии, профессор теоретической механики в ряде московских вузов. С 1933 по 1941 г.— профессор астрономии в Московском областном педагогическом институте. Выдающийся популяризатор науки.

А. К. Беляев (1888—1949), доцент Московского городского педагогического института и заведующий астрономической обсерваторией. В 1915—1920 гг.—руководитель астрономической площадки МОЛА.

А. С. Миролюбова (р. 1885), доцент Московского университета. Специалист по практической астрономии и службе времени.

А. М. Васнецов (1856—1933), художник, автор исторических картин, посвященных прошлому Москвы, брат известного художника В. М. Васнецова (1848—1926).

Н. Я. Бугославская (1897—1958), астрофизик, специалист по ионосфере, доцент Московского государственного педагогического института.

Е. Я. Бугославская (1899—1960), специалист по фотографической астрометрии и изучению структуры солнечной короны по фотографиям. С 1932 г.— старший научный сотрудник ГАИШ, с 1948 г.— доктор физико-математических наук, с 1949 г.— профессор МГУ.

В. А. Костицын, математик. До 1927 г.— заведующий сектором космогонии, один из организаторов Государственного астрофизического института. С 1927 г.— во Франции.

В. В. Белоусов (р. 1907), известный специалист в области общей геологии и геотектоники. С 1953 г.— член-корреспондент АН СССР. Один из инициаторов и руководителей МГГ.

М. Е. Набоков (1887—1960), специалист по изучению переменных звезд и методике преподавания астрономии в средней школе, где работал с небольшими перерывами 40 лет. С 1920 по 1933 г.— сотрудник Московской обсерватории и ГАИШ. С 1937 г.— профессор ряда педагогических институтов, в 1943—1948 гг.— профессор Белорусского

университета в Минске. Автор «Методики преподавания астрономии в средней школе» (1947 и 1955 гг.) и «Астрономические наблюдения с биноклем» (несколько изданий с 1927 по 1948 г.).

М. К. Вентцель (1882—1964). С 1921 г.— профессор кафедры астрономии МИИГАиК.

К. Н. Шистовский (р. 1899), научный сотрудник ГАФИ в 1925—1932 гг., основатель и с 1928 г. директор Московского планетария, затем заместитель директора, лектор-методист, конструктор многих демонстрационных приборов.

П. П. Паренаго (1906—1960), выдающийся специалист по звездной астрономии и изучению переменных звезд. С 1953 г.— член-корреспондент АН СССР. С 1938 г.— профессор МГУ и с 1940 г.— заведующий кафедрой звездной астрономии.

Б. А. Воронцов-Вельяминов (р. 1904), известный астрофизик, профессор МГУ, член-корреспондент АПН РСФСР. Специалист по изучению новых звезд, взаимодействующих галактик, автор «Морфологического каталога галактик», многих книг и учебников для средней и высшей школы.

Г. Ф. Хильми (р. 1905), специалист по математике, небесной механике и планетной космогонии, доктор физико-математических наук.

С. К. Всехсвятский (р. 1905), специалист по кометной астрономии и физике Солнца. Профессор Киевского университета.

М. М. Гернет (р. 1903), специалист в области теоретической механики, профессор, с 1932 г. заведующий кафедрой Московского пищевого института.

А. П. Моисеев (р. 1896), астроном, исследователь солнечной активности, сотрудник Московского планетария с 1937 по 1957 г.

А. А. Иванов (1867—1939), крупный специалист по теоретической астрономии, в 1919—1930 гг.— директор Пулковской обсерватории, с 1925 г.— член-корреспондент АН СССР. Автор ряда университетских учебников.

Н. А. Морозов (1854—1946), активный деятель революционного движения, член партий «Земля и Воля» и «Народная Воля»; был осужден в 1882 г. к пожизненному заключению. После освобождения в 1905 г. посвятил себя науке, главным образом химии и астрономии. После революции — директор института имени П. Ф. Лесгафта. С 1932 г.— почетный член АН СССР.

Д. О. Святский (1879—1941), специалист по истории астрономии Древней Руси, активный деятель Русского общества любителей мироведения, профессор университета.

В. Г. Фесенков (р. 1889), выдающийся астрофизик, специалист во многих областях астрофизики и космогонии. С 1927 г.— член-корреспондент АН СССР, с 1935 г.— академик.

С. А. Шорыгин (1902—1961), переводчик, редактор и библиограф астрономической литературы.

Э. К. Эпик (р. 1893), воспитанник Московского университета, астроном, работал в Москве, Ташкенте, Тарту, с 1940 г.— в Ирландии. Специалист по метеорной астрономии и звездной астрономии.

А. Б. Поляков (р. 1899), астроном, участник шести гравиметрических экспедиций и двух экспедиций на солнечные затмения, лектор Московского планетария со дня его основания.

В ПОМОЩЬ ЛЮБИТЕЛЯМ, СТРОЯЩИМ САМОДЕЛЬНЫЕ ТЕЛЕСКОПЫ

Беседа 4.

Теневое испытание главного зеркала телескопа

Мы уже рассказали о шлифовке и полировке главного зеркала рефлектора, дали простые методы контроля поверхности и измерения величины стрелки кривизны. Теперь предстоит придать зеркалу точно сферическую форму, наиболее близкую к заданной, или, как говорят, приступить к его фигуризации.

После шлифовки и предварительной полировки фокусное расстояние может отклоняться от заданного значения даже на несколько сантиметров, что не влияет на качество изображения. При фигуризации же поверхности зеркала нужна довольно высокая точность. Отклонение формы поверхности от точной сферы не должно превышать $0,00007$ мм (или $0,07$ мк). Это соответствует изменению фокусного расстояния отдельных частей (зон) зеркала в пределах долей миллиметра.

Но даже при требовании столь большой точности проверить, насколько полученная поверхность близка к сфере или отклоняется от нее, можно весьма простым и

доступным способом. Для этого используется так называемый теневой метод, основанный на применении точечного источника света — «искусственной звезды» и непрозрачного экрана с прямолинейным острым краем — «ножа Фуко».

Сущность метода заключается в следующем. Точечный источник света S располагается в центре кривизны исследуемого зеркала (на удвоенном фокусном расстоянии). После отражения от зеркала лучи снова собираются в центре кривизны и образуют отраженное изображение «звезды». При этом зеркало слегка повернуто, чтобы изображение S' (рис. 1) оказалось несколько смещенным (на 10 — 15 мм) по отношению к «звезде».

Если расположить глаз за центром кривизны, то на расстоянии ясного зрения F (на расстоянии примерно 25 см нормальный глаз может без особого усилия рассматривать предмет) по линии отражения «звезда» хорошо видна. По мере приближения гла-

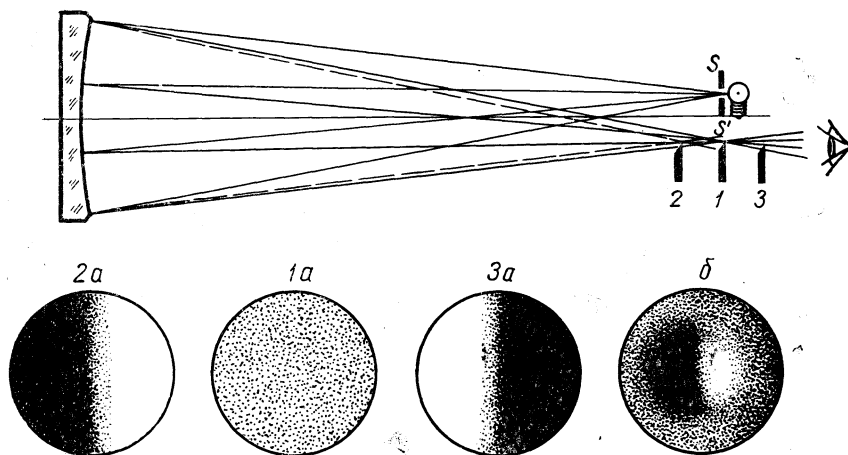
за к центру кривизны зеркала светящаяся точка станет расплываться. И когда глаз окажется вблизи центра кривизны (3 — 5 см), свет как бы зальет всю поверхность зеркала. Теперь если мы станем приближать «нож Фуко» к вершине конуса лучей, то в случае точной сферической поверхности зеркала или после нее, то в зеркале будет видна надвигающаяся прямолинейная тень. При этом в первом случае тень будет надвигаться в ту же сторону, что и «нож», а во втором — в противоположную (положение «ножа» 2 и 3 , тени — $2, a$ и $3, a$).

В случае, когда поверхность отклоняется от сферы, возникают характерные теневые картины, соответствующие различной кривизне отдельных участков не точно сферической поверхности зеркала. Так, если у центральной зоны зеркала меньшая по отношению к краевой зоне кривизна — «бугор» (что равносильно большему радиусу кривизны), то при движении ножа краевая зона станет потухать равномерно, а в центре будет надвигаться тень (рис. 1, б). При меньшей кривизне краевой зоны (завал края) тень будет набегать на краевую зону, опять-таки в направлении движения ножа при равномерном потухании центральной зоны зеркала и т. д.

При других отклонениях поверхности зеркала от точной сферы (подъем края, «яма» в центре) возникает та или иная теневая картина, говорящая о степени и характере этих отклонений.

Чтобы изготовить действительно точное и хорошее зеркало, нужно научиться правильно «чи-

Рис. 1



тать» теневую картину, распознавать, какие зоны зеркала имеют больший, а какие меньший радиус кривизны.

Теневой метод испытания в любительских и домашних условиях осуществляется с теневым прибором. В простейшем случае такой прибор состоит из маленькой лампочки (например, от карманного фонаря), помещенной внутри цилиндрического футляра с круглым окошечком (диаметром 5—6 мм), и лезвия для безопасной бритвы, укрепленного вертикально на какой-либо устойчивой опоре.

С достаточной точностью будет работать удобный и простой теневой прибор, где для перемещения «ножа Фуко» используется рычаг первого рода, осуществляющий достаточно тонкие движения ножа.

Здесь мы опишем конструкцию теневого прибора, в котором первый рычаг *a* (рис. 2) перемещает «нож Фуко» вдоль оптической оси зеркала для нахождения нужной точки пересечения конуса отраженных от зеркала лучей света, а второй рычаг *b* несет на себе первый и передвигает «нож Фуко» перпендикулярно оптической оси для «резки» конуса лучей в выбранной точке по оптической оси. То, что движения ножа не совсем прямолинейные, не имеет особого значения, так как для точного измерения практически используется весьма небольшой отрезок дуги.

Основанием прибора *1* (рис. 3) может служить прямоугольная плита (200×250×20 мм) из толстой фанеры, текстолита, дельта-дерева или даже из металла толщиной 8—10 мм. Плиту полезно укрепить на резиновых ножках.

Рычагами могут служить обычные ученические линейки или полосы текстолита, эбонита, плексигласа длиной 250—300 мм. Свободные концы линеек лучше сделать сужающимися.

В качестве осей рычагов *3* можно взять небольшие шурупы или винты с резьбой М-3. Для уменьшения люфта и качаний в местах вращения рычагов прокладываются широкие металлические (или пластмассовые) шайбы, а для плавности хода еще и суконные или фетровые прокладки.

Корпус фонарика *4* для «искусственной звезды» выкраивается вместе со стойкой из куска жести, тонкого алюминия, латуни

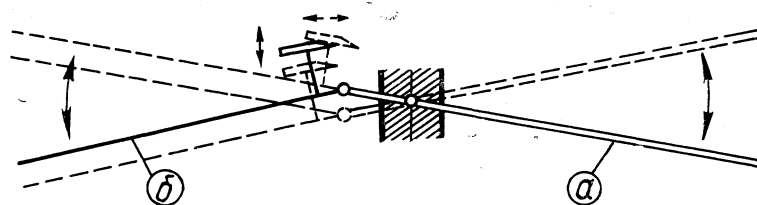


Рис. 2

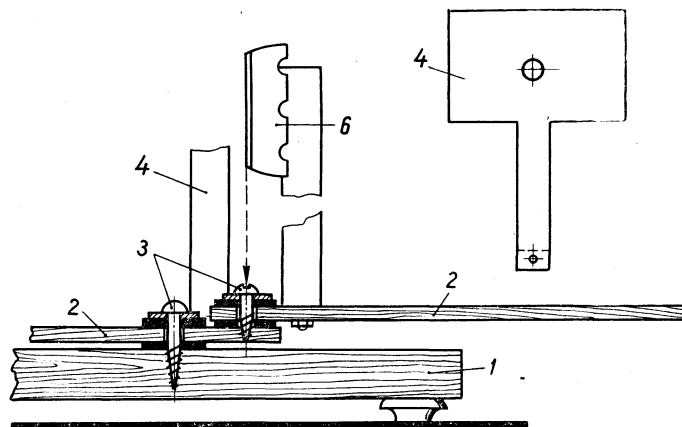
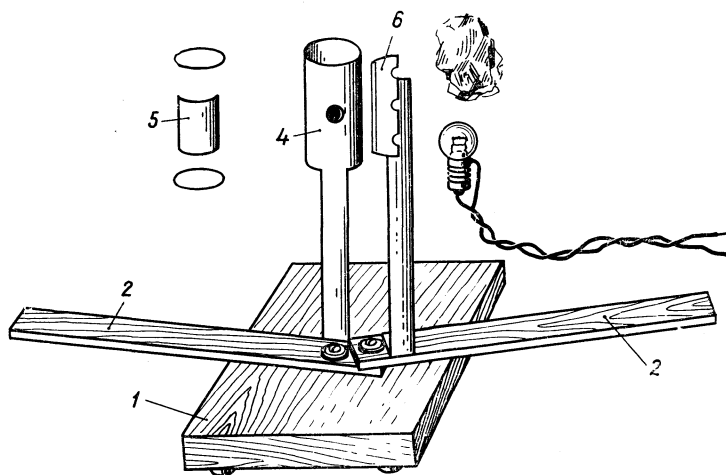


Рис. 3



или другого металла. Верхняя прямоугольная часть сгибается в цилиндр, а нижний конец стойки отгибается под прямым углом для закрепления на основании.

«Искусственная звезда» *5* — маленькое отверстие, сделанное острой швейной иглой в кусочке фольги (станиоле), алюминия, ла-

туни, нержавеющей стали. Чтобы отверстие было не более 0,1 мм и имело круглую форму, под фольгу подкладывается что-нибудь твердое. Кусочек фольги с «искусственной звездой» размещается на осветителе. При этом отверстие должно находиться против круглого окошечка.

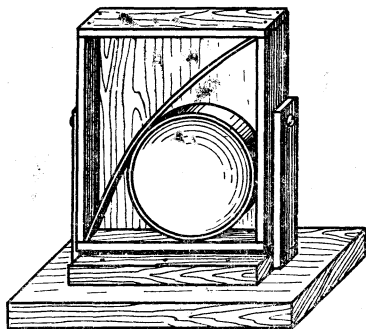
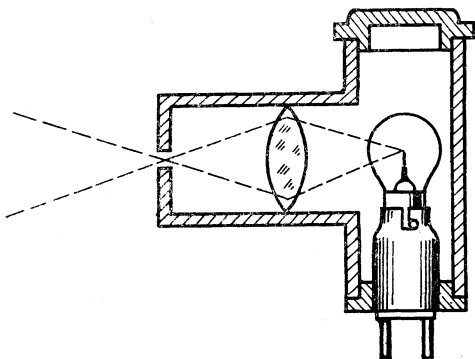


Рис. 4

Чтобы поверхность испытуемого зеркала освещалась равномерно, под «звезду» для рассеяния света можно подложить кусочек кальки или промасленной бумаги. Ослабление света при этом компенсируется применением более мощной лампочки, например от осциллографа или автомобиля. Питатель ее придется от аккумулятора или через понижающий сетевой трансформатор. Для подвода тока заранее припаивается к лампочке гибкий монтажный провод. Еще удобнее применить патрон. Положение лампочки в осветителе подбирается по наибольшей освещенности зеркала.

«Нож Фуко» 6 — лезвие (или половинка его) для безопасной бритвы — установлен на стойке из полоски металла, прикрепленной к малому плечу второго рычага.

Рис. 5



Сборка прибора (особенно регулировка плавности хода рычагов) должна производиться очень тщательно, чтобы не допустить перекосов и чтобы рычаги двигались без люфта, но и не туго.

В зависимости от возможностей любителя можно собрать и более совершенные варианты прибора. Они описаны автором в сборнике «Любительское телескопостроение», выпуск второй (издательство «Наука»), который скоро выйдет из печати.

Итак прибор собран. Можно начинать испытания.

Прежде всего для испытываемого зеркала сделаем деревянную подставку в виде неглубокого ящичка, укрепленного на стойках так, чтобы зеркало можно было двигать и наклонять в различных направлениях (рис. 4). Зеркало и теневой прибор размещаем в затемненном помещении на устойчивых столах. Удобно использовать один длинный стол, скамью или верстак.

Прибор с зажженной лампочкой и снятой с фонарика «звезды» установим приблизительно на расстоянии радиуса кривизны зеркала так, чтобы окошечко было обращено к зеркалу. Затем будем поворачивать и наклонять зеркало в стойке, пока отражение окошечка не окажется близко от фонарика прибора (лучше слева от фонарика, между ним и «ножом Фуко»). Это достигается грубым передвижением всего прибора. Удобно найти изображение на куске белой бумаги или на матовом стекле, располагаемом в направлении отраженного пучка лучей, и затем подвести его ближе к ножу. Сделав это, укрепим на фонарике «звезду» и окончательно подрегулируем положение лампочки, добиваясь наибольшей и равномерной освещенности зеркала. Далее, расположившись позади «ножа», будем подводить изображение «звезды» к кромке лезвия. Движением рычагов подбирается положение «ножа», близкое к вершине конуса лучей, отраженных от зеркала, до или после этой точки. При этом появится определенная теневая картина, на основании которой можно судить о форме поверхности зеркала, определить ошибки шлифовки, чтобы соответствующими мерами устранить их.

Снабдив длинное плечо рычага продольных движений шкалой (проградуированной в миллиметрах величины перемещения «ножа» и их долей), можно измерять положения «фокусов» различных зон зеркала и расстояния между ними, т. е. определить aberrацию. Максимальная aberrация (разность между фокусами) различных зон зеркала допустима приближенно в пределах величины стрелки кривизны данного зеркала. Подчеркнем, что отградуировать шкалу надо в соответствии с истинным перемещением «ножа», установленного на коротком плече рычага, по отношению плеч.

Описанная конструкция теневого прибора неоднократно использовалась автором и рядом других любителей и показала вполне удовлетворительные результаты.

Для значительного усиления света «искусственной звезды» и расширения угла светового конуса (что важно при больших диаметрах зеркал) можно применить сильную двояковыпуклую линзу (с фокусным расстоянием в 10—12 мм) в качестве конденсора. Правда, при этом весь фонарик придется сделать иным — более сложным, с регулировкой положения лампочки (рис. 5).

Периодические испытания зеркала во время полировки и фигуризации позволяют своевременно корректировать его поверхность.

Для получения достаточно высокой отражательной способности готовое зеркало снаружи надо посеребрить (химическим осаждением металлического серебра) или алюминировать (распылением алюминия в вакууме). Такое зеркало будет отражать 85—90% падающих лучей вместо 4%, отражаемых непосеребренной поверхностью стеклянного зеркала.

Способ домашнего серебрения описан в литературе, в частности в книге М. С. Навашина «Самодельный телескоп-рефлектор» и в его же брошюре «Инструкция к изготовлению самодельного рефлектора».

Алюминирование возможно только в заводских или лабораторных условиях.

А. Н. ПОДЪЯПОЛЬСКИЙ

КНИГИ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

В 1966 г. в издательстве «Наука» будут выпущены в свет книги, специально предназначенные для любителей астрономии.

Большое значение имеют правильно организованные наблюдения метеоров. Это — наиболее благодарная область, где любители астрономии с минимальной затратой сил и средств могут принести немалую научную пользу. О том, как надо наблюдать метеоры, расскажет книга В. В. Мартыненко «Задачи и методы оптических наблюдений метеоров». Ее автор — лауреат поощрительной премии ВАГО 1-й степени (1964 г.), известный читателям «Земли и Вселенной» по статьям «В звездном дозоре» и «Малая астрономия в Крыму». В книге описан богатый опыт крымских наблюдателей метеоров, получивших в период МГСС около 20 000 визуальных наблюдений, много фотографий и несколько спектров метеоров. Книга написана понятным, доступным языком и хорошо иллюстрирована. Она будет полезным пособием для любителей астрономии — наблюдателей метеоров.

Для тех, кого больше привлекают наблюдения нашего дневного светила, будет полезна брошюра М. А. Клякотко «Задачи и методы наблюдений Солнца». В ней описаны как самые первоначальные способы наблюдений Солнца (подсчет количества пятен, определение их координат по зарисовкам на солнечном экране, определение типов групп пятен), так и вполне квалифицированные работы, посланные отделениям Всесоюзного астрономо-геодезического общества (например, обработка фотопленок, получаемых на хромосферных телескопах общесоюзной службы Солнца).

За последнее время всеобщее внимание при-

влекла комета Икейа-Секи, близко подошедшая к Солнцу и претерпевшая после этого ряд удивительных превращений. Читатели, которые захотят познакомиться с предшественниками кометы Икейа-Секи — кометами, появившимися в 1954—1965 гг., смогут это сделать, прочитав две книги С. К. Всехсвятского: «Физические характеристики комет 1954—1960 гг.» и «Кометы 1961—1965 гг.». Правда, книги эти предназначены для специалистов, но они будут вполне доступны и любителям астрономии. В них приведен богатый фактический материал о каждой комете: ее орбита, обстоятельства открытия и наблюдения, изменения блеска и другие подробности. Дан также анализ кометных орбит и ряд соображений об их происхождении. Книги иллюстрированы снимками комет последних лет.

Новым пособием для любителей-телескопостроителей явится второй выпуск сборника «Любительское телескопостроение». В нем помещены статьи об изготовлении оптики и механики телескопов-рефлекторов, а также самодельных астрографов и солнечного спектрографа. Одна из статей знакомит читателей с устройством фотоэлектрического гайда, позволяющего автоматически вести телескоп за светилом. Этот прибор также может быть сделан силами любителей, разбирающихся в радиотехнике и электронике.

Все, кто заинтересован в своевременном получении этих книг, должны сообщить об этом по адресу: Москва, центр, Б. Черкасский пер., д. 2/10, контора «Академкнига», отдел «Книга — почтой». Книги будут высланы наложенным платежом немедленно по их выходе из печати.

ЗАДАЧИ



1

Юным космонавтам адресован сборник задач и вопросов, выпущенный в 1965 году издательством «Просвещение» (А. В. Ротарь, «Задачи для юного космонавта»). Среди любителей космонавтики немало читателей нашего журнала. Мы познакомим их с некоторыми задачами из книги А. В. Ротаря.

Вычислить время полета космической ракеты к Марсу, к Венере по траектории, требующей наименьшего расхода горючего. (Ответ на стр. 95)

2

Какое время (по земному летоисчислению) должен пробыть в межзвездном рейсе отец, чтобы, вернувшись на Землю, сравняться по возрасту со своим сыном?

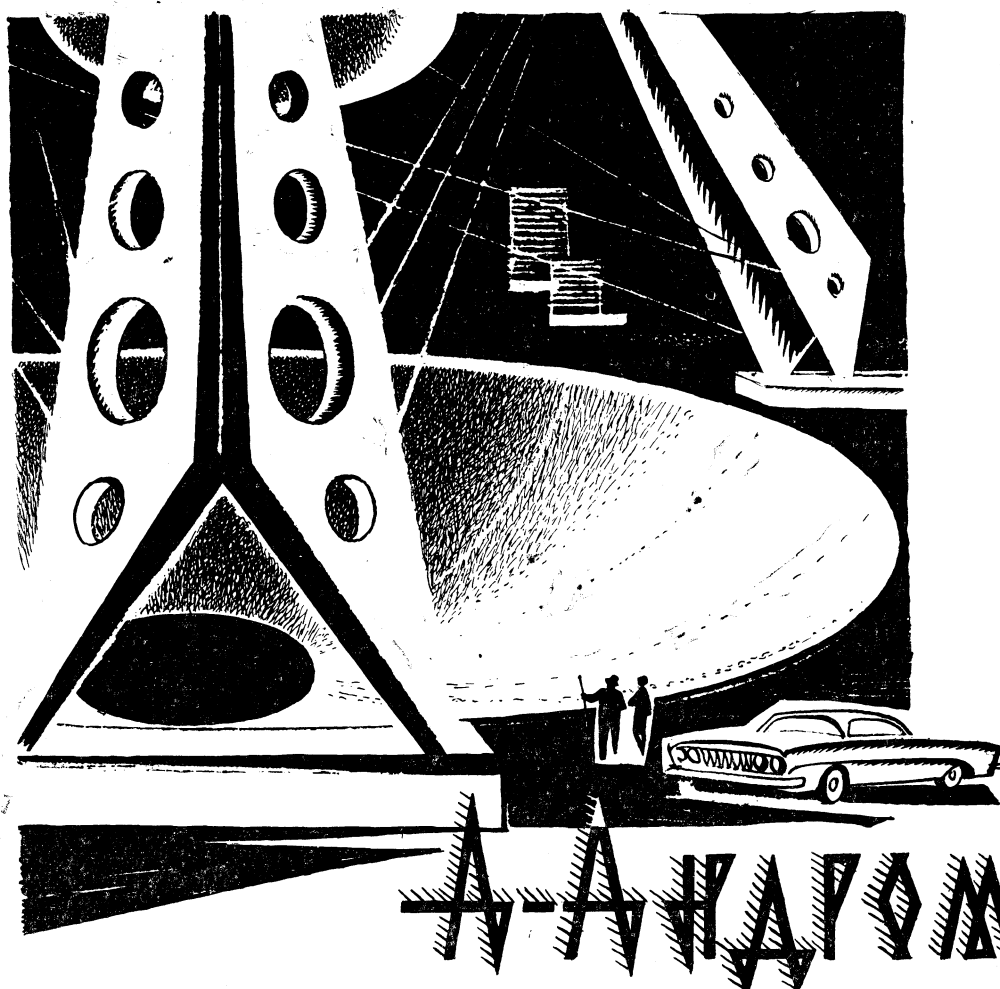
Возраст отца в начале путешествия 25 лет, сына — 3 года, скорость полета 250 000 км/сек.

(Ответ на стр. 95)

3

Масса астероида Гермес, имеющего в диаметре около 1 км, примерно 1,4 млрд. т. Сможет ли человек, подпрыгнув, покинуть Гермес, употребив для этого усилие, достаточное на Земле для прыжка на высоту 0,5 м?

(Ответ на стр. 95)



РОМАН*

Ф. ХОЙЛ,
Дж. ЭЛЛИОТ

Блеклое вечернее небо уже начало меркнуть, когда они подъехали к Болдершоу-Фелл. Служебная машина мягко съехала с шоссе в открытое вересковое поле, и Джуди, сидевшая на заднем сидении рядом с профессором, принялась с надеждой вглядываться в расстилающийся за окнами пейзаж. Однако, только поднявшись на самый гребень холма, они смогли увидеть радиотелескоп.

Внезапно он вырос прямо перед ними — три огромные опоры, соединенные сверху наподобие гигантского треножника, темные и резко очерченные на фоне заката. Внизу, между концами опор

зияла бетонная чаша размером с арену стадиона, а над ней, поддерживаемая треножником, висела обращенная вниз чаша поменьше, нацеленная на длинную стелющуюся по земле антенну. Издали размеры сооружения не бросались в глаза: оно лишь нарушало пропорции ландшафта. Но когда машина подъехала и остановилась под одной из опор, Джуди, наконец, начала осознавать, каким огромным оно было на самом деле. Такого ей еще не случалось видеть; поразило, что гигантское сооружение было удивительно цельным и гармоничным, словно скульптура.

И все же, несмотря на всю необычность этой высокой, уходящей в небо конструкции, в ней не было ничего зловещего, что могло бы предупредить о тех необыкновенных и трагических событиях, виновницей которых ей суждено было стать.

* Роман печатается в сокращенном виде. Полностью, отдельной книгой, он выйдет в изд. «Мир» в конце 1966 г.

Выйдя из машины, они постояли минуту, давая теплomu ароматному воздуху наполнить легкие и освежить лица, и, запрокинув головы, смотрели на три огромные опоры, на металлический отражатель, поблескивающий в вышине, на бледное небо над ним. Вокруг них на голой вершине поросшего вереском холма, обнесенного изгородью из проволочной сетки, было разбросано несколько приземистых зданий и небольших антенн. Не было слышно ни звука, кроме шелеста ветра в стальных переплетениях опор да крика каравайки, и они почти почувствовали, как огромное ухо из стали и бетона, лежащее у их ног, напрягается, прислушиваясь к звездам.

Затем Джуди пошла за профессором к главному зданию — приземистому облицованному камнем строению с наполовину законченным входом, к которому вела только что забетонированная дорога. Рабочие устанавливали столбы для ворот и писали названия на указателях. Все казалось очень новым и ярким на фоне однообразного темного плато.

— Здесь у нас всевозможные вспомогательные службы, — сказал профессор, изящно поведя рукой. — А здесь находится главный пункт управления.

Профессору было за шестьдесят. Маленького роста, тщательно одетый и «уютный», он походил на домашнего доктора.

— Ваш телескоп совсем крошка, — сказала Джуди.

— Крошка? Ну, в таком случае это самая большая крошка из всех, кому я прихожусь отцом. Девять лет работы!

Он лукаво взглянул на нее, и его черные боиночки легко застучали по ступенькам крыльца.

Вестибюль был еще незаконченным, но в то же время казался очень знакомым — неизменный окаямленный багетом потолок, привычный паркетный пол, гладко выкрашенные кирпичные стены и люминесцентное освещение. Настенный телефон и фонтанчик для питья, две небольшие двери в боковых стенах, двустворчатая дверь прямо напротив входа — и это по сути дела все. Из-за двустворчатой двери доносился слабый шуршащий звук. Профессор приоткрыл ее и звук стал громче. Он напоминал треск атмосферных разрядов, какой бывает иногда в радиоприемнике.

Когда они проходили в раскрытую половину двери, откуда-то вынырнул человек в коричневой спецовке лаборанта. Его глаза на мгновение встре-

тились с глазами Джуди, но только она открыла рот, он отвернулся.

— Добрый вечер, Харрис, — сказал профессор.

Комната, в которую они вошли, была пунктом управления — центром обсерватории. В ее дальнем конце находилось смотровое окно, через которое открывался вид на гигантское изваяние радиотелескопа, а перед окном помещался массивный металлический пульт, напоминавший клавиатуру органа, весь усеянный рядами клавиш, сигнальных лампочек и переключателей. У пульта работало несколько молодых людей, время от времени подходивших к двум вычислительным машинам, расположенным в высоких металлических шкафах по обе стороны от него. Одна стена комнаты была увешана увеличенными фотографиями звезд и туманностей, полученными с помощью оптических телескопов. Две трети другой стены занимала стеклянная перегородка; сквозь нее можно было разглядеть, как целый взвод молодых людей хлопотал вокруг установленной в другой комнате аппаратуры.

— Здесь будет церемония открытия, — сказал профессор Рейнхарт.

— А где тут министр разобьет бутылку с шампанским? Или он перережет ленточку, или что-нибудь такое?

— У пульта. Он нажмет кнопку, чтобы включить пульт.

— А пульт еще не работает?

— Пока нет. Мы сейчас проводим приемные испытания.

Джуди стояла в дверях, изучая открывшуюся ей картину. Она принадлежала к той категории привлекательных молодых женщин, которых называют скорее красивыми, чем просто хорошенькими. У нее было свежее, живое и умное лицо и очень уверенная, хотя несколько угловатая, манера держаться. Джуди можно было бы принять за медицинскую сестру, или за военнотружущую, или просто за выпускницу школы с хорошими спортивными традициями. У нее были немного крупные руки и темные голубые глаза. Под мышкой Джуди держала пачку научных статей и брошюр; теперь она принялась их разглядывать, как будто они могли объяснить ей увиденное.

— Перед вами самый большой радиотелескоп. Да, самый большой из всех, — профессор со счастливой улыбкой обвел глазами комнату. — Он, разумеется, не так велик, как некоторые интерферомет-

Имя английского профессора Фреда Хойла знакомо многим читателям журнала «Земля и Вселенная». Один из виднейших современных астрофизиков Ф. Хойл — автор нескольких научно-фантастических романов.

Предлагаемый вниманию читателей роман «А-Андромеда» написан Фредом Хойлом вместе с драматургом Джоном Эллиотом. Авторам удалось найти свежую тему в казалось бы безнадежно разработанной области «космической» научной фантастики. Интересно и то, что рамки романа не ограничиваются только научно-фантастическим сюжетом. В нем затронута также вполне реальная и насущная проблема о взаимоотношении ученого и общества; «социальность» вообще характерная черта романов Ф. Хойла.

Недостаток места не позволяет напечатать роман полностью. Хочется надеяться, что, несмотря на значительные сокращения, роман будет с интересом встречен читателями.

ры, но зато им можно управлять. Вы можете изменять положение фокуса главного зеркала с помощью вспомогательного отражателя там, наверху, и тем самым следить за движением источника по небу.

— Я вычитала здесь, — Джуди похлопала по своим брошюрам, — что есть и другие радиотелескопы, работающие таким же образом.

— Есть. Такие были уже в 1960-м, когда мы начали строить этот, то есть еще несколько лет назад. Но наш чувствительнее.

— Потому что он больше?

— Не только. Еще и потому, что у нас приемная аппаратура лучше. Она должна дать нам большее отношение сигнала к шуму. Все это размещается там.

И профессор показал своим маленьким аккумуляторным пальчиком на стеклянную перегородку.

— Видите ли, все, что вы получаете от большинства источников космического радиоизлучения, — это лишь очень слабый электромагнитный сигнал, к тому же смешанный со всевозможными шумами — от атмосферы, от межзвездного газа и одному небу известно, от чего еще; ну, небу-то, впрочем, известно.

Он говорил тенорком, точно и сдержанно излагая факты, как мог бы говорить врач, обсуждающий причины болезни.

— И вы слышите самые слабые источники, какие никто больше не может слышать? — спросила Джуди.

— Надеюсь, что да. Замысел был таков. Но не спрашивайте меня о подробностях: здесь есть люди, которые непосредственно разрабатывали аппаратуру, — он скромно потупил взор, рассматривая свои ботиночки. — Это доктор Флеминг и доктор Бриджер.

— Бриджер? — Джуди бросила на него быстрый взгляд.

— Ну, настоящая голова — это Флеминг. Джон Флеминг! — и он вежливо воззвал, обращаясь к кому-то в комнате: — Джо-он!

Один из молодых людей, работавших у пульта управления, отделился от остальных и направился к ним.

— Привет! — сказал он профессору, не удостоив Джуди ни малейшим вниманием.

— Оторвитесь-ка на минутку, Джон. Познакомьтесь: доктор Флеминг — мисс Адамсон.

Молодой человек мельком взглянул на Джуди, а затем крикнул в сторону пульта: — Эй, приверните этот проклятый треск!

— А что это такое? — спросила Джуди. Разряды перешли в слабый шелест. Молодой человек передернул плечами.

— Космический шум, в основном. Вселенная полна электрически заряженной материей. Мы улавливаем электромагнитное излучение этих зарядов, которое воспринимается как шум.

— Так сказать, музыкальное сопровождение Вселенной, — добавил Рейнхарт.

— Вы можете приберечь это, дорогой профессор, — сказал молодой человек с оттенком презрительного сочувствия, — приберечь это для Джэко и его любимых газетчиков.

— Джэко не вернется сюда.

Флеминг, казалось, вяло удивился, а Джуди сдвинула брови, сделав вид, что упустила что-то интересное.

— Кто-кто? — спросила она профессора.

— Джэксон, ваш предшественник, — он повернулся к Флемингу. — Мисс Адамсон — наш новый уполномоченный по связям с прессой.

Флеминг уставился на нее без всякой симпатии.

— Ну что же, не один, так другой... Значит теперь вам достанутся сферы Джэко?

— А что это такое?

— Скоро сами узнаете, барышня.

— Я знакомлю ее с обстановкой для четверга, — сказал профессор, — для официального открытия. Она будет присматривать за прессой.

У Флеминга было угрюмое, умное лицо, впрочем, скорее озабоченное, чем мрачное, но выглядел он усталым и злым. Он проворчал в сторону с сильным мидлэндским акцентом:

— Ну да, официальное открытие! Все разноцветные лампочки будут гореть. Звезды будут хором петь «Правь Британия...» По мне — так лучше торчать в кабаке!

— Я надеюсь, вы все же будете здесь, Джон, — в голосе профессора послышалось легкое раздражение. — А пока, может быть, вы покажете мисс Адамсон, что здесь к чему?

— Но, может быть, вы слишком заняты? — таянито и неприязненно сказала Джуди.

Флеминг впервые взглянул на нее с некоторым интересом.

— А вы что-нибудь вообще знаете обо всем этом? — спросил он.

— Еще очень мало, — она похлопала по своим брошюрам. — Я полагаюсь на это.

Флеминг нехотя повернулся и широким жестом обвел помещение.

— Леди и джентльмены, это самый большой и самый новый радиотелескоп в мире; чтобы не сказать — самый дорогой. Он дает в пятнадцать — двадцать раз большее угловое разрешение, чем любой из существующих инструментов этого типа, и является, конечно, величайшим достижением британской науки. Чтобы не сказать — техники. Отражатель сделан подвижным, чтобы можно было следить за небесным телом при его суточном движении. Ну как, теперь вы уже можете сами ответить на любой вопрос, правда?

— Благодарю вас, — холодно ответила Джуди и взглянула на профессора, но тот держался почти как ни в чем не бывало.

— Простите, что мы побеспокоили вас, Джон, — сказал он.

— Ну что вы. Мне было так приятно. Всегда рад!

Профессор вновь принял Джуди под свою благожелательную опеку домашнего врача.

— Я все покажу вам сам.

— Значит вы хотите, чтобы это заработало к четвергу? — спросил Флеминг. — Для его министерского величества?

— Да, Джон. Так все будет в порядке?

— С виду-то будет. Этот надутый дурак все равно не поймет, работает оно или нет. Да и газетчики тоже.

— Мне бы хотелось, чтобы все действительно работало.

— Да ладно уж.

Флеминг повернулся и пошел обратно к пульта. Джуди ожидала вспышки, или хоть какого-нибудь

проявления обиды со стороны профессора, но тот лишь наклонил голову, будто подтверждая диагноз.

— Не приходится пренебрегать молодыми людьми вроде Джона. Вы можете ждать от них хорошую идею многие месяцы. Даже годы. Но это оправдано, если идея действительно хорошая, а у него в общем так и получается. — Профессор задумчиво глядел в спину удаляющемуся Флемингу, неряшливо и неопрятно одетому, с взлохмаченной шевелюрой. — Знаете, мы ведь, пожалуй, зависим от этого молодца. Он сконструировал всю низкотемпературную аппаратуру, он и Бриджер. Это основная часть приемников, но я в этом плохо разбираюсь. Где-то там есть краткое описание, — и он кивнул на пачку бумаг в руках Джуди. — Боюсь только, что мы немного заездили его.

Рейнхарт вздохнул и повел ее осматривать здание. Он показывал ей развешанные по стенам фотографии звездного неба, называя и показывая на них сильные источники радиоизлучения — эти основ-

ные инструменты в оркестре Вселенной. Он рассказывал ей, с какими оптическими объектами они отождествляются.

— Вот это, — объяснил он, указывая на фотографию, — отнюдь не звезда, а целых две удаленных галактики. А это — остаток взрыва звезды.

— А это?

— Это — большая туманность в созвездии Андромеды. Мы зовем ее М 31; очень похоже на обозначение шоссе.

— Она расположена прямо в созвездии Андромеды?

— О нет, несравненно дальше. Ведь это же целая галактика! Вам это понятно?

Джуди посмотрела на белую спираль из звезд и кивнула.

— Вы принимаете ее радиоизлучение?

— Да, как шелест, вроде того, что вы слышали.

У стены стояла большая сфера из оргстекла, в центре которой находился небольшой черный шар,



окруженный множеством белых шариков; все вместе напоминало электронную модель атома.

— Сферы Джэко! — профессор усмехнулся. — Или «Джекова погремушка», как их здесь называют. Это схема околоземных космических орбит вместе с их населением. Все эти белые шарики представляют спутники, баллистические ракеты и тому подобное. Железный лом, одним словом. А шар в середине — Земля.

Профессор пренебрежительно, но изящно махнул рукой.

— Откровенно говоря, эта штука устроена для отвода глаз. Джэко считал, что она могла бы заинтересовать наших высокопоставленных гостей. Нам, конечно, приходится следить за тем, что происходит около Земли, но подобная машина для этого не нужна. Видите ли, военные просят нас заниматься этим делом, а мы не достали бы нужных нам денег, если бы не подоили оборонный бюджет, — последнее он сказал с удовольствием, как маленький мальчик, рисующийся тем, что он такой гадкий. Одним из своих легких наmaniкуренных жестов он обвел комнату и огромное сооружение за окном:

— Двадцать пять миллионов, или даже больше.

— Так значит и военные в этом заинтересованы?

— Да, но предприятие мое, или скорее, министерства науки. Так что вашему ведомству оно не принадлежит.

— Но я же сейчас в вашем штате.

— Но не по моему приглашению, — в тоне профессора послышалась отчужденность, которой не замечалось при разговоре с грубияном Флемингом. Флеминг-то в конце концов был свой.

— Кто-нибудь еще знает, зачем я здесь? — спросила Джуди.

— Я никому не говорил.

Рейнхарт переменял тему разговора и повел Джуди в другую комнату. Здесь, осторожно продвигаясь среди приемной аппаратуры и вспомогательного оборудования, он продолжал объяснения.

— Мы только звено в цепи наблюдательных станций, разобранных по всему свету, хотя, пожалуй, и не самое слабое звено, — он с явным удовольствием обвел взглядом распределительные щиты, переплетения кабелей и проводов, стойки с аппаратурой. — Я не чувствовал себя старым, когда мы принимались за все это, а вот теперь — чувствую. Представьте, что у вас есть некая общая научная идея и вы думаете: «Вот, что нужно сделать для ее воплощения», — и это просто кажется вам следующим шагом. Даже, может быть, и шагом-то незначительным. Но вот начинается: проектирование, изыскания, комитеты, строительство, политика... Час вашей жизни здесь превращается в месяц там. Что же, будем надеяться, что все это зарабатывает. А, Уэлен здесь! Он тут во всем разбирается.

Джуди была представлена румянному молодому человеку с австралийским выговором; молодой человек вцепился в ее руку, как в нечто потерянное и наконец обретенное снова.

— Мы с вами раньше нигде не встречались?

— Боюсь, что нет. — Она подняла на него свои большие синие и очень искренние глаза. Но тот не унимался.

— Я уверен, что встречались!

Она заколебалась и оглянулась в поисках поддержки. В другом конце комнаты стоял Харрис, лаборант, и когда их глаза встретились, он чуть за-

метно кивнул головой. Она снова повернулась к Уэлену:

— Боюсь, что я забыла.

— Так может быть в Вумера?...

Но тут профессор препроводил ее назад, к пульту управления.

— Как его имя? — спросила Джуди.

— Уэлен.

Она сделала заметку в своем блокноте. Группа людей у пульта успела разойтись. Остался лишь один молодой человек, сидевший в кресле дежурного инженера и проверявший работу отдельных секций пульта. Профессор подвел Джуди к нему.

— Здравствуйте, Харви!

Молодой человек оглянулся и приподнялся с кресла.

— Добрый вечер, профессор Рейнхарт! — Ну, по крайней мере, этот был вежлив. Джуди посмотрела в окно на огромную конструкцию, пустынное поле и лиловое мрачное небо.

— Вы знаете принцип работы этой штуки? — спросил ее Харви.

— Радиоизлучение от неба попадает в большую чашу, затем отражается в наземную антенну, поступает в приемник и регистрируется специальными устройствами там, — он показал в сторону комнаты за перегородкой. Джуди не стала оборачиваться из опасения встретить взгляд Уэлена, но Харви, ревностно и бесстрастно выполнявший обязанности экскурсовода, уже направлял ее внимание на другое. — Эта счетная машина вырабатывает азимут и угол места источника, на который вы хотите навести телескоп, и обеспечивает слежение за ним. Вот блоки сервопривода...

Сумев в конце концов улучшить момент, Джуди вскользнула в холл и на минуту оказалась наедине с Харрисом.

— Уберите Уэлена, — сказала она.

Когда, оставив вещи в гостинице, Джуди поехала на обсерваторию, она очень слабо представляла, что ее здесь ожидает. Ей приходилось и ранее бывать на многих специальных объектах — от Филингдэйлских островов до острова Рождества, и на многих из них работать в качестве сотрудника службы безопасности. Уэлен, она это вспомнила, когда-то познакомился с ней на ракетном полигоне в Австралии. А с Харрисом она работала во время командировки в Молверн. Она никогда не думала о себе как о шпионе, и мысль о слежке за собственными коллегами была ей крайне неприятна. Но министерство внутренних дел затребовало ее, или, по крайней мере, кого-то, для перевода из армейской службы безопасности в министерство науки. Ну, а назначение есть назначение. Прежде люди, с которыми она работала, всегда знали кто она, а она видела свой долг в том, чтобы охранять их. Теперь же эти люди сами превратились в подозреваемых; она должна была втереться к ним в доверие под видом уполномоченного по связи с прессой, который может всюду совать свой нос и задавать вопросы, не вызывая подозрений. Рейнхарт все это знал и не одобрял. Да ей и самой было противно. Но задание есть задание и, к тому же, как ей сказали, важное.

Джуди не трудно было бы сыграть свою роль: она всегда казалась такой искренней, такой бесхитростной, такой компанейской. Ей оставалось бы только тихо сидеть, слушать и мотать на ус. Но вот

люди, которых она встретила здесь, неожиданно привели ее в смущение. У них был свой собственный мир, свои ценности. Кто она такая, чтобы судить их или даже участвовать в этом? И когда Харрис кивнул ей и с деланной беззаботностью отправился выполнять поручение, ее вдруг охватило чувство презрения и к нему, и к себе.

Профессор вскоре уехал и поручил ее заботам Джона Флеминга.

— Может быть, вы завезете ее в гостиницу, когда поедете в Болдершоу, — сказал он тому, прощаясь.

Они вышли на крыльцо, чтобы проводить покинутого ученого.

— А он довольно милый, — сказала Джуди.

Флеминг хмыкнул.

— Мягко стелет...

Он извлек из заднего кармана флягу и хлебнул из нее. Затем протянул флягу ей. Когда же она все-таки отказалась, он приложился еще раз сам.

Она смотрела, как он стоял на фоне освещенной двери, и закинутая назад голова чуть двигалась в такт глоткам. В нем было что-то отчаянно бесшабашное; может быть, Рейнхарт прав, и это действительно от заезженности? Но было и другое — будто в нем непрерывно работала динамомашинка, заряжая его какой-то смутно ощутимой внутренней энергией.

— В кегли играете? — Флеминг, казалось, позабыл свое прежнее безразличие, а может быть, на него так подействовало спиртное. — У нас есть приличная площадка — там, в Болдершоу. Приходите и разделите нашу нехитрую забаву.

Она колебалась.

— Слушайте, поедете-ка сейчас же! Я не собираюсь оставлять вас на растерзание этим полонимым астрономам!

— А разве вы сами не астроном?

— Ну что вы! Криоген, счетные машины — вот моя настоящая специальность. Совсем не это: «ест ли жизнь на Марсе — нет ли жизни на Марсе...»

Они направились к маленькому бетонному пятну, где стояла машина Флеминга. В вышине, над радиотелескопом, горел красный сигнальный огонь; на темном небе стали появляться звезды. Некоторые просвечивали сквозь переплетения опор, будто люди уже заключили их в неволю. Когда они подошли к машине, Флеминг обернулся и посмотрел вверх.

— Знаете, я вот все думаю, — сказал он, спокойно и совсем мирно, без следа недавней агрессивности. — Я думаю, что мы находимся в преддверии скачка в физических науках.

Он принялся отстегивать непромокаемый кожаный свой маленький открытый спортивный автомобиль. Джуди зашла с другой стороны.

— Давайте я помогу вам, — предложила она, но Флеминг, казалось, не заметил.

— В один прекрасный момент мы прорвем где-то границы наших знаний и — ж-жах — выскочим наружу. Прямо в новые пределы, так сказать. И это может произойти даже здесь, благодаря этой штуке, — он запихнул кожаную спинку сидения. — «Философия — это страничка огромной книги, вечно открытой нашим взорам. Я подразумеваю Вселенную». Кто это сказал?

— Черчилль, наверное?

— Черчилль! — он расхохотался. — Галилей! «Ее язык — это язык математики», — вот как сказал Га-

лилей. Неплохо, если для прессы? — Она смотрела на него, не понимая, как ей следует к этому относиться. Он распахнул перед ней дверцу.

— Поехали!

С холма, где была расположена обсерватория, дорога спускалась в одну сторону к Ланкаширу, а в другую — к Йоркширу. В сторону Йоркшира она долго бежала по долине, где через каждые несколько миль темнели над речкой высокие старинные кирпичные мельницы, и, наконец, приводила к Болдершоу. Флеминг ехал быстрее, чем следовало бы, и ворчал.

— Это действует мне на нервы... Да пропади оно пропадом это открытие с министром вместе!... Наш старик потеет над списком благодарностей, а министерство тем временем собирает все, к чему можно было бы придраться и прицепиться. В действительности, видите ли, все это считается чем-то вроде лабораторного оборудования. Только потому, что оно велико, и землю занимает, оно должно стать общественной собственностью! Я не виню старика. Он в это влип. Он подставил свою шею и теперь ему придется выдавать результаты.

— Ну и разве не выдаст?

— А черт его знает.

— А я думала, что это ваша аппаратура.

— Моя и Денниса Бриджера.

— А где доктор Бриджер?

— Там, на площадке. Надеюсь, что ждет нас с занятой дорожкой. И с флягой.

— Но ведь у вас уже есть одна фляга.

— Подумаешь — одна! Они засушливы, здешние края.

Пока машина петляла по темной и извилистой дороге, он принялся рассказывать ей о Бриджере и о себе. Оба учились в Бирмингэмском университете, а после работали в Квендишевских лабораториях. Флеминг был теоретик, а Бриджер — экспериментатор, отличный математик и инженер. Бриджер стремился делать карьеру, его обычаем было выжимать до конца какую-нибудь узкую тему. Флеминг же был чистой воды исследователем и ему было наплевать на все, кроме фактов. Но оба они презирали ту академическую систему, в которой выросли, и это сблизило их. Несколько лет назад Рейнхарт переманил их на строительство нового радиотелескопа. А так как он был, пожалуй, наиболее выдающимся и признанным астрофизиком Запада и, кроме того, прирожденным организатором и собирателем талантов, они пошли к нему без колебаний. Он же всячески поддерживал и ободрял их и по-отечески опекал на длительном и ухабистом пути научного становления.

Несмотря на грубоватую манеру рассказа, трудно было уловить то обоюдное доверие и симпатию, которые связывали Флеминга и старого ученого. Бриджер, напротив, томился и хотел переменить обстановку. Он уже сделал здесь свое дело. И действительно, как без ложной скромности, но и без хвастовства сказал Флеминг, они сделали старую невиданную, лучшую на свете аппаратуру.

Флеминг ни о чем не расспрашивал Джуди, и она сидела тихо. В гостинице он ждал в баре, пока Джуди бегала в свой номер, и к тому времени, когда они добрались до площадки, успел уже изрядно нагрузиться.

Площадка была устроена в переоборудованном кинотеатре, залитом неоновым светом и сияющем каскадами огней среди старого и темного фабрич-

ного городка. Да и посетители, казалось, принадлежали какому-то иному миру, а не этим мощным булыжником улицам. В основном это была молодежь. Мелькали джинсы, короткие блузки, брючки до колен и расписанные лозунгами рубашки. Трудно было представить этих ребят в их обыденной жизни — в старых домах, прилепившихся к склонам прокопченных йоркширских долин. Свежие молодые голоса тонули в потоках оглушающей музыки, рокоте катящихся по деревянным дорожкам шаров и стуке падающих кеглей. Здесь было с полдюжины дорожек: десяток кеглей на одном конце, корзинка с шарами, столик для записи очков и четверка игроков — на другом. Когда пущенный шар попадал в цель, автоматически действующая сетка вновь собирала кегли и возвращала шар к верхнему концу дорожки. В перерывах между бросками, требовавшими определенного внимания и усилий, играющие, похоже, совсем не интересовались происходящим на дорожках. Они слонялись по залу, болтали и потягивали кока-колу. Все это выглядело даже более заокеанским, нежели сами американские фильмы; казалось, американский образ жизни вырвался с экрана и завладел зрительным залом. Впрочем, как выразился Флеминг, все это, в общем, было «чертовски типично».

Они разыскивали Бриджера, долговязого узкоплечего человека примерно одних лет с Флемингом, игравшего на пару с немислимой девицей в блузке цвета кинобара и ярко-желтых брючках в обтяжку. Волосы и буст девицы были рекордной высоты, физиономия раскрашена, как у балетной танцовщицы, а сама она двигалась, словно небесное создание из голливудского сонма. Но лишь девица раскрыла рот, как проявилась вся ее йоркширская сущность. Пустив шар с немалой силой и ловкостью, она подбежала и прильнула к Бриджеру, сося пальчик.

— Ой, я кожу содрала...

— Это Грэйс, — сказал Бриджер, который, кажется, несколько ее стеснялся. У него было нервное лицо, изрезанное ранними морщинами; он был скромно облачен в нелепый спортивный костюм и походил на мелкого почтового служащего в субботнее утро. Бриджер вяло пожал Джуди руку; когда же она сказала: «Мне о вас говорили», — он бросил на нее быстрый, настороженный взгляд.

— Это мисс Адамсон, — сказал Флеминг, плеснув немного виски в бриджеровскую бутылку из-под кока-колы. — Мисс Адамсон — наш новый трудолюбивый бобер, вернее, трудолюбивая бобриха — уполномоченная по внешним сношениям.

— Как тебя зовут милочка? — осведомилась девица.

— Джуди.

— Нет ли у тебя кусочка пластыря?

— Да поди же попроси у администратора! — нетерпеливо сказал Бриджер.

— Это из вашей группы? — спросила Джуди Флеминга.

— Местное дарование. Деннисова. У меня на это времени нет.

— Ах как жалко! — сказала Джуди. Но Флеминг, казалось, не расслышал. Приложившись к фляжке еще раз, он нетвердой походкой направился к корзинке с шарами. Бриджер доверительно повернулся к Джуди:

— Так что же вам говорили обо мне?

— Только то, что вы работали с доктором Флемингом.

— Знаете, это дело не для меня, — Бриджер выглядел разочарованным; кончик носа у него задвигался, как у кролика. — Я бы мог получать впятеро больше теперешнего — в промышленности.

— И вы именно этого и хотите?

— Как только та махина, наверху, заработает, меня здесь не будет, — он заговорщически взглянул в сторону Флеминга и снова повернулся к ней. — А старина Джон останется. Будет ждать золотого века. И пока чего-нибудь дожидается, успеет составить. Будет стар и уважаем. И беден, как церковная крыса.

— И, вероятно, счастлив.

— Ну-у, Джон никогда не будет счастлив. Для этого он слишком много размышляет.

— Кто слишком много потребляет? — Флеминг вернулся пошатываясь и записал очки.

— Да ты.

— Точно. Я пью слишком много. Хорошо тебе, братец, ты ведь завел себе нечто, что тебя направляет.

— А что же в этом плохого? — спросил Бриджер, и кончик его носа обиженно дернулся.

— Смотри! — и Флеминг плюхнулся рядом с ними на скамейку. — Вот ты спокойно идешь вдоль этих своих направляющих. Идешь, идешь, делаешь шаг, а их и нету. Кончили! Вот мы говорили о Галилее, почему? Потому что он был Возрождение. Он, и Коперник, и Леонардо да Винчи. Это они тогда — ж-жах! — послали к чертям все подпорки и перегородки и оказались на собственных ногах посреди огромной неизведанной Вселенной!

Флеминг оторвал себя от скамьи и взял из корзинки один из тяжелых шаров. Его голос перекрыл назойливую музыку, стук шаров и падающих кеглей:

— Люди поставили новые перегородки, уже дальше. Но грядет новое Возрождение! И однажды, когда никто этого не заметит, когда все будут трепаться о политике и футболе, и о деньгах трепаться, — он склонился над Бриджером, — тогда-то вдруг перегородки опять полетят к чертям — р-р-раз! Вот так!

Он широко взмахнул рукой с шаром и опрокинул стоявшие на столике бутылочки кока-колы.

— Ой, да осторожнее, ты, дубина! — Бриджер вскочил на ноги и принялся поднимать бутылочки и промокать стол носовым платком. — Извините нас, мисс Адамсон!

Флеминг запрокинул голову и пьяно захохотал:

— Джуди! Ее зовут Джу-уди!

Бриджер, опустившись на колени, усиленно стирал пятно с юбки Джуди.

— Боюсь, что на вас немножко попало...

— Ничего-ничего, — Джуди не обращала на него внимания. Она во все глаза смотрела на Флеминга, пораженная и загипнотизированная. К ним подошел служитель.

— Простите, доктор Флеминг. Вас просят к телефону.

Флеминг вернулся минуту спустя, мотая головой, чтобы привести в порядок мысли. Он потянул Бриджера со скамейки.

— Деннис, мой мальчик, мы понадобились.

Харви в одиночестве сидел за пультом. Время от времени он подправлял настройку приемника.

Окно перед пультом было темным, как грифельная доска, и в комнате стояла тишина, нарушаемая лишь непрерывным низким потрескиванием громкоговорителя. Ни звука не доносилось и снаружи, пока не послышался шум подъехавшего автомобиля.

Флеминг и Бриджер толкнули качающуюся дверь и остановились, шурясь от света. Флеминг вперил в Харви затуманенный взор.

— В чем дело?

— Слушайте! — и Харви поднял руку. Они застыли, вслушиваясь.

Среди треска, свиста и шелеста, в громкоговорителе слышался слабый повторяющийся звук. Звук замирал, прерывался, но неизменно возникал снова.

— Азбука Морзе, — сказал Бриджер.

— Знаки не группируются.

Они снова слушали.

— Длинные и короткие, — вот что это такое, — сказал Бриджер.

— Откуда это приходит? — спросил Флеминг.

— Откуда-то из созвездия Андромеды. Как раз она сейчас в диаграмме направленности.

— Сколько это продолжается?

— Около часа. Максимум сигнала уже прошел.

— Можно двигать отражатель?

— Думаю, что да.

— Мы же не предполагали этого делать, — возразил Бриджер. — Мы пока не собирались приступать к испытаниям системы слежения.

Флеминг не обратил на него внимания.

— У сервомеханизмов есть кто-нибудь?

— Да, доктор Флеминг.

— Тогда попробуйте последить за источником.

— Нет, Джон, ты послушай..., — Бриджер тщетно тянул Флеминга за рукав.

— Может быть, это спутник, или что-то вроде? — предположил Харви.

— Разве наверху прибавилось что-нибудь новое? — спросил Флеминг, высвобождая рукав.

— Насколько мне известно — нет.

— Ну, наверное, кто-то забросил на орбиту какую-нибудь новую..., — начал Бриджер, но Флеминг прервал его:

— Деннис, — он пытался заставить мысль работать отчетливее. — Пойди и запиши это на самописце, ладно? Дело, кажется, стоящее. И печатающую приставку тоже включи.

— Может, лучше сначала проверим?

— Потом, потом проверим.

Стараясь твердо ступить, Флеминг выбрался в вестибюль и наклонившись над фонтанчиком для питья, подставил лицо струе. Когда он вернулся, освеженный, повеселевший и заметно более трезвый,

он застал Бриджера уже в соседней комнате, где тот возился с аппаратурой, а Харви — разговаривающим по телефону с дежурным инженером. Свет мигнул от включения электродвигателей. Высоко вверх, неслышно и незаметно для глаза двинулся металлический отражатель, компенсируя вращение Земли. Звук из громкоговорителя немного усилился.

— Это все, на что вы способны?

— Но ведь и сигнал-то не очень сильный.

— Хм, — Флеминг выдвинул из-под пульта ящик и извлек оттуда каталог. — А изменились ли за все время его галактические координаты?

— Трудно сказать. Я не следил. Во всяком случае, сильно они не могли бы измениться.

— Так значит он не на орбите?

— Пожалуй, что нет, — Харви взволнованно наклонился над ручками аттенуаторов, выступавших перед ним из пульта. — Не может ли это быть радиолобительской морзянкой, отраженной от Луны?

— Что-то не похоже на настоящую морзянку. К тому же и Луна еще не взошла.

— А может быть — от Марса или от Венеры? Во всяком случае, надеюсь, я вытащил вас сюда не зря?

— Андромеда, говорите?

Харви кивнул. Флеминг перелистывал страницы каталога, читал и слушал. Он снова сделался спокойным и тихим, каким был в машине с Джуди. Он был сейчас похож на прилежного школяра.

— Вы держите его в диаграмме?

— Да, доктор Флеминг.

Флеминг перешел к другому концу пульта и включил внутреннюю связь.

— Записывается, Деннис?

— Да, — голос Бриджера сопровождался металлическим отзвуком. — Но все это не имеет смысла.

— Смысл может появиться к утру. Я хочу попробовать подумать насчет расстояния до источника.

Флеминг отпустил клавишу и с книгой в руке перешел к задней стене, увешанной астрономическими картами.

Так они работали несколько минут, и шорох из пространств был единственным звуком в комнате. Флеминг пробовал отождествить источник, а Харви удерживал его в диаграмме направленности огромного телескопа, высящегося за стенами комнаты.

— Что вы об этом думаете? — наконец не утерпел он.

— Я думаю, что это приходит очень-очень издалека.

И они просто работали и слушали. А сигнал все звучал, звучал и звучал. И не было ему конца.

(Продолжение следует)

Первод Г. С. ХРОМОВА

КОСМОС ДАЛЕКИЙ И БЛИЗКИЙ

(Репортаж с выставки картин «Космос глазами ученого,
художника, космонавта»)



А. А. Леонов, А. К. Соколов и Г. И. Покровский среди
посетителей выставки

В конце 1965 г. в одном из залов Московского Дворца пионеров и школьников была открыта выставка живописных работ, посвященных космосу. Авторы работ — летчик-космонавт СССР А. А. Леонов, доктор технических наук, профессор Г. И. Покровский, художник-фантаст А. К. Соколов.

Посетители подолгу рассматривали каждую работу. Картины воспринимались ими не только как художественные произведения. Зрители словно разглядывали мир в иллюминаторы фантастического звездолета, сквозь которые как бы просматривались не только космические окрестности нашей планеты, но и архитектура далеких внеземных цивилизаций.

Большинство картин, показанных на выставке, — научно-фантастические произведения. Исключение составляли некоторые работы космонавта А. А. Леонова, с которых и начинается знакомство с экспозицией. Все-таки очень здорово, что первым в открытый космос вышел космонавт-художник!

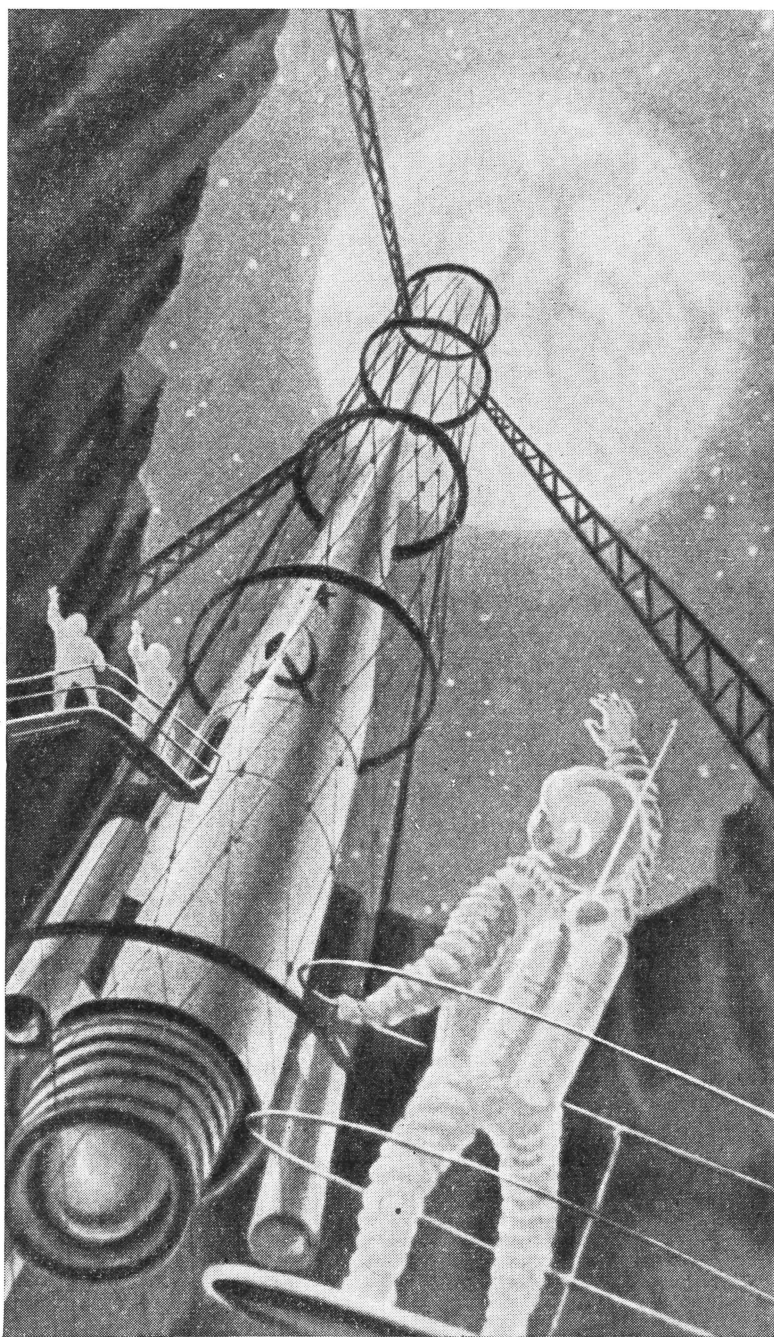
О том, что в отряде летчиков-космонавтов есть свой художник,

**А. К. Соколов. «На спутнике
Марса»**

мы узнали задолго до полета корабля «Восход-2». На выставке представлен рисунок «Восток» идет домой», который был впервые опубликован в «Правде» еще в 1961 г. с пояснительным текстом Ю. А. Гагарина.

С волнением вглядываются посетители в пока еще немногочисленные картины Леонова, написанные им по наблюдениям и зарисовкам, выполненным во время космического путешествия. Прежде всего, поражает интенсивность цветовой гаммы картин космонавта. И дело здесь не в особенности творческой манеры художника. Таков космос с натуры. Невольно вспоминаются слова Леонова, что только средствами искусства можно передать то необычайное ощущение, которое охватывает человека в космическом путешествии.

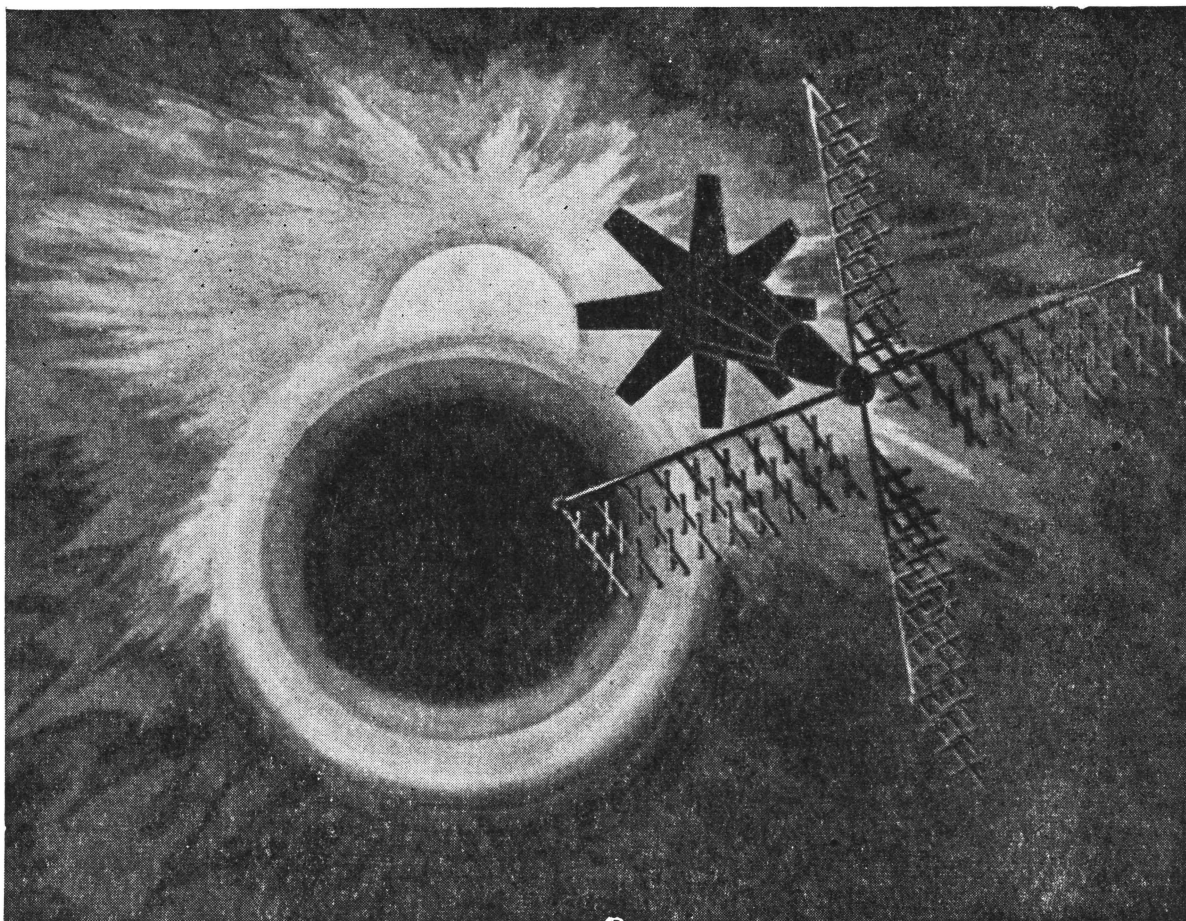
Живописные работы А. А. Леонова имеют несомненно и научное значение. Особенно интересна воспроизведенная на первой странице обложки нашего журнала картина, запечатлевшая восход Солнца. Над темным диском планеты, украшенном красными искрами городских огней, ярко светится трехслойный ободок, состоящий из дуг красного, интенсивно-палевого и голубого цвета. В тот момент, когда красный диск Солнца показался над планетой, космонавт увидел, что наше дневное светило украсилось своеобразным венцом, напоминающим кокошник. Этот редкий, ранее никем не отмеченный оптический эффект наблюдался 19 марта 1965 г. в 5 часов утра по московскому времени. У Алексея Леонова был с собой рисунок спектра солнечного света, с которым он и сравнивал краски космического восхода. Это позволило ему на борту корабля зарисовать наблюдаемую картину цветными карандашами.



После знакомства с художественно-документальными работами А. А. Леонова, в которых видишь воплощенную мечту, совершенно по-новому воспринимаются произ-

ведения других художников. Даже самая фантастическая из картин теперь представляется возможной.

Картины профессора Г. И. По-



Г. И. Покровский. «Космический корабль вблизи Венеры»

кровского это, как правило, инженерные проекты, устремленные в далекое будущее нашей цивилизации.

Яркостью красок и необычностью форм отличается картина «Высшая цивилизация» (см. репродукцию на вклейке). Изображенная здесь необычная «ракотина» на первый взгляд кажется плодом произвольной, ни на чем не основанной фантазии автора. На самом же деле перед нами воплощение идеи ученого. Многим известно фантастическое

предложение американского физика Дайсона использовать вещество и энергию в масштабах всей солнечной системы. По Дайсону, масса Юпитера, «расчлененная и переработанная инженерами Земли», будет превращена в огромную сферическую оболочку радиусом более 150 млн. км. Человечество будущего, расселившись на поверхности сферы, сможет полностью использовать энергию Солнца. Однако, сфера, вращающаяся вокруг центральной звезды, скорее всего обрушится на

нее под действием притяжения. Уцелеет лишь экваториальный пояс сферы, где центробежные силы будут противостоять солнечному притяжению. Профессор Покровский предлагает другое решение задачи: вместо сферы создать систему колец разных размеров, самостоятельно вращающихся вокруг центрального светила. При этом скорости вращения колец должны быть такими, чтобы в каждом случае сила притяжения к Солнцу компенсировалась центробежными силами. Си-

стема колец в совокупности составит своеобразную раковину, которая и изображена на картине Г. И. Покровского.

Близкая по характеру идея положена в основу другой картины Покровского «Строительство космического кольца вокруг Земли». Развитие космонавтики должно, по-видимому, привести к созданию очень больших орбитальных станций. По мнению Г. И. Покровского, наиболее целесообразно соединение элементов на круговой орбите в виде дуги. В дальнейшем такая дуга может замкнуться в кольцо, опоясывающее весь земной шар. Кроме среднего кольца на картине показана сборка внешнего и внутреннего колец, соединенных со средним системой тросов.

На выставке много работ известного художника-фантаста Андрея Соколова. Художник, начиная с 1957 г.— первого года космической эры, посвятил свое творчество темам космоса. Если в работах Алексея Леонова запечатлены уже достигнутые свершения советской космонавтики, а в картинах Г. И. Покровского отражены предвидения ученого и инженера, то творчество Андрея Соколова — это научная фантастика в живописи, фантастика самых дальних горизонтов. Многие картины художника переносят нас в бесконечно далекие глубины пространства и времени. Мы видим пейзажи неведомых планет, где материя проявляет себя в необычных для нас формах и состояниях. Очень интересна, например, работа Соколова «На планете двойной звезды». Здесь художник пытается представить внешние формы организмов, развившихся на основе кремния. Колонии кристаллов причудливой формы освещены красным светом огромной звезды, поднимающейся из-за горизонта...

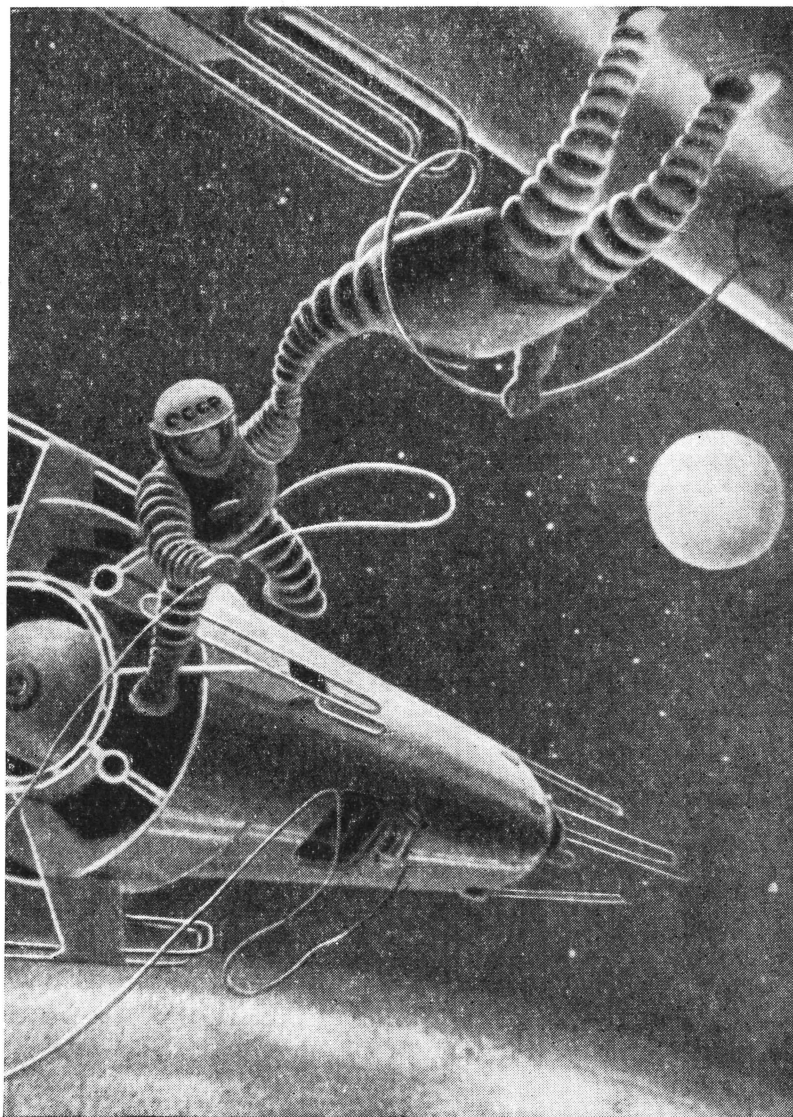
Соколов по образованию архитектор. Не случайно поэтому осо-

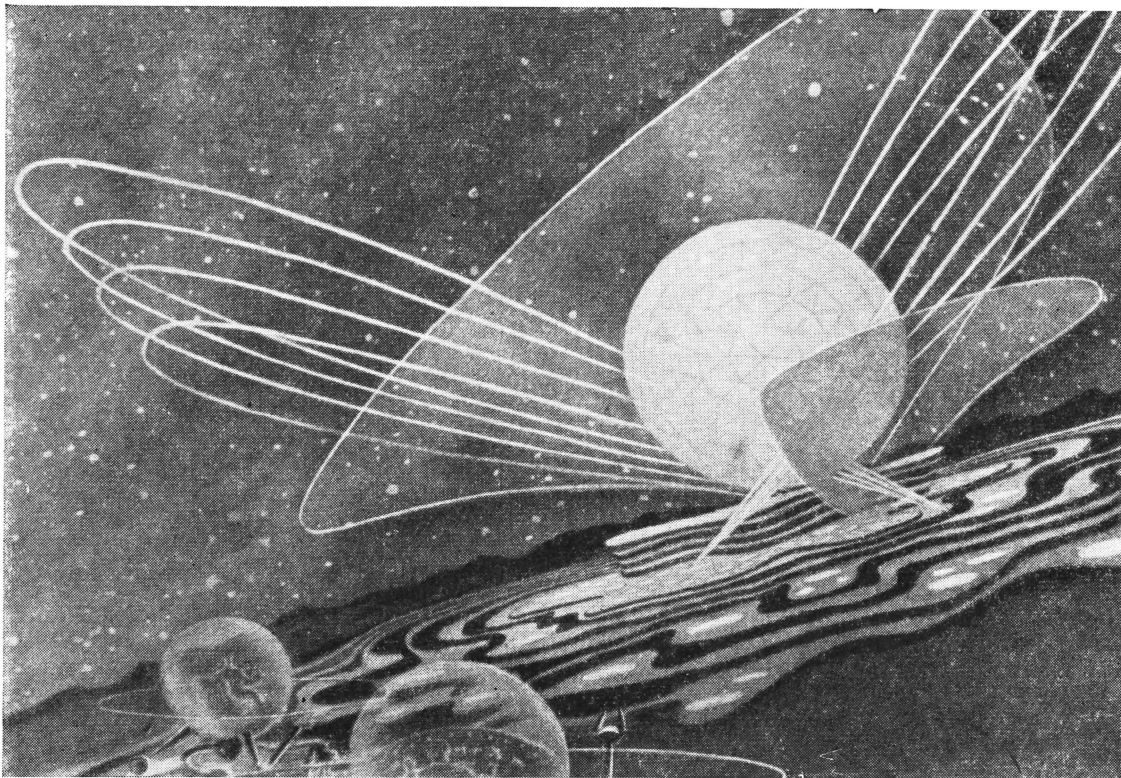
бенно интересна серия картин, которые можно было бы объединить под общей рубрикой «Архитектура внеземной цивилизации». Очень красива и поэтична лирическая картина «Им светит Земля». Удачно передано настроение людей, которые после длительного

пробытия на обратной стороне Луны вновь увидели появившуюся над горизонтом родную планету. «Здравствуй, родная Земля» — назвал художник эту свою работу.

В последнее время Алексей Леонов и Андрей Соколов нередко работают вместе. На выставке

А. К. Соколов. «Свободное плавание»





А. К. Соколов. «Электронный мозг»

экспонировались первые плоды этого творческого союза художника и космонавта.

Кажется знаменательным, что

эта выставка была организована старшеклассниками, мечтающими посвятить себя изучению и освоению космоса. Не исключено, что

некоторым из них посчастливится увидеть необычный мир космоса своими глазами.

Б. Г. ПШЕНИЧНЕР

(Начало на стр. 47)

согласуется с распределением метеорных тел по массе. Из наблюдений известно, что количество метеорных тел (N_m), имеющих массу M и более, также убывает с увеличением массы по степенному закону $N_m \sim M^{-0.75}$. Правда, до последнего времени такой закон не был надежно прослежен для столь больших тел, какие должны были образовать лунные кратеры. Ведь чтобы получить на Луне кратер диаметром только в 1 км, необходим удар тела с массой около 160 000 т! Но теперь в этом не приходится сомневаться. На графике хорошо видно, что и очень мелкие, и очень крупные кратеры укладываются на одну и ту же линию.

Интересно различие в количестве старых и молодых лунных кратеров: распределение по размерам у обоих классов одинаково, но абсолютная численность старых в 10 раз больше. Молодыми считают те кратеры, которые имеют свежий вид, неразрушенный резкий вал с крутыми склонами и, что самое существенное, располагаются, как правило, на морях. Появились они, несомненно, позже морей. Моря же, как показывает рассмотрение термической истории Луны, возникли примерно через миллиард лет после образования Луны. Они, по-видимому, результат проплавления участков ее поверхности за счет радиоактивного разогрева. При этом лавовые излияния погребли

древние кратеры. Некоторые же лунные области (светлые горные участки) таких изменений избежали и сохранились.

Моря существуют уже несколько миллиардов лет, но кратеров на них явно меньше, чем это было бы, если бы поток метеоритов сохранился таким же, каким был в «доморской» период. Поэтому приходится предполагать, что в «послеморскую» эпоху метеоритная бомбардировка ослабела не менее чем в 10 раз. Теперь интенсивность образования кратеров такова, что за миллиард лет на площади 200×200 км образуется один кратер с диаметром 1 км.

«Icarus», 4, № 2, 1965.



«МАРИНЕР-4» РАССКАЗЫВАЕТ О МАРСЕ *

Г. И. Салова

Результаты, полученные американской межпланетной станцией «Маринер-4», пролетевшей 15 июля 1965 г. вблизи Марса, относятся к числу наиболее важных достижений планетной астрономии за последние годы. Они в основном подтвердили наши представления о Марсе, но во многом уточнили, а порой и полностью изменили их. Обработка собранной информации будет продолжаться еще не один месяц, однако даже первые сообщения представляют чрезвычайно большой интерес. Что же нового дал «Маринер-4» науке?

Прежде всего, ему удалось сфотографировать с близкого расстояния примерно 1% поверхности Марса.

Внешне поверхность Марса удивительно напоминает Луну**. Главная особенность его поверхности — огромное число кратеров. Всего на изученных снимках видно 70 кратеров, так что на всей поверхности Марса их должно быть около 10 000. Причем, кратеры одинаково часто наблюдались и в «морях» и в «матери-

ках». Сходство их с лунными кратерами заставляет думать, что они тоже образованы ударами метеоритов о поверхность планеты.

Других хорошо отождествляемых деталей на снимках не видно. На нескольких кадрах заметны линейные образования неизвестной природы, иногда, по-видимому, расположенные вдоль границы пустыни и моря. Что это такое — определенно пока сказать нельзя.

Знаменитых каналов, как известно, на снимках «Маринера-4» нет. Однако это не означает, что они отсутствуют на самом деле.

На невысоких валах кратеров виден белый налет, сильно напоминающий иней. Если это действительно так, то оценки содержания воды в атмосфере, возможно, придется увеличить.

Вообще представления об атмосфере Марса в результате полета «Маринера-4» сильно изменились. Долгое время считали, что давление у поверхности планеты около 80 мбар. Такая величина давления получалась из фотометрических наблюдений. Спек-

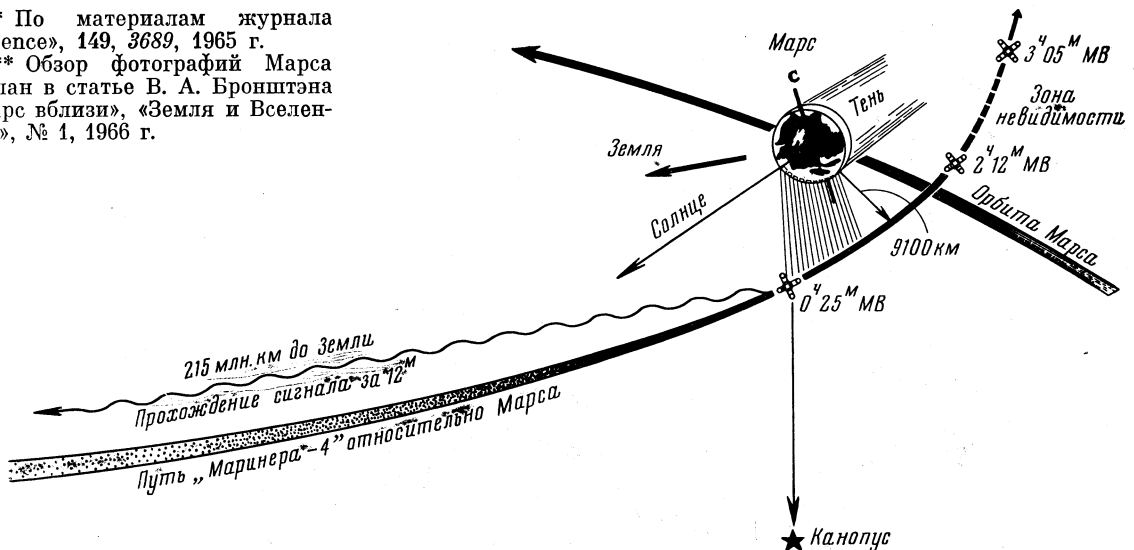
троскопические исследования последних лет «понижили» давление до 20—25 мбар, но и эту величину теперь следует считать завышенной.

После получения снимков «Маринер-4» скрылся за диском Марса и находился за ним около часа. В моменты захода и выхода радиосигналы от корабля претерпели сильное изменение фазы, частоты и мощности, вызванное влиянием атмосферы и ионосферы Марса. По величине и характеру отмеченных эффектов оказалось возможным оценить характеристики марсианской атмосферы. Непосредственно давление, плотность и температуру по этим данным можно определить, только зная состав атмосферы, но анализ показал, что результат мало зависит от принятой модели состава. При различных соотношениях углекислого газа, азота и аргона давление у поверхности получалось равным всего — 4—7 мбар. Плотность атмосферы у поверхности соответственно оказалась равной $(1,4-1,8) \cdot 10^{-5}$ г/см³, а температура 185—170° К.

(Оканчание на стр. 91)

* По материалам журнала «Science», 149, 3689, 1965 г.

** Обзор фотографий Марса сделан в статье В. А. Бронштена «Марс вблизи», «Земля и Вселенная», № 1, 1966 г.



КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ



АВТОМАТИЧЕСКИЕ МЕЖПЛАНЕТНЫЕ СТАНЦИИ НА МАРКАХ

Как бы ни было заманчиво и интересно собрать все марки космической тематики, сейчас это уже почти невозможно, особенно тому, кто только начинает заниматься коллекционированием. Поэтому многие филателисты ограничивают свои коллекционные интересы марками небольшой группы стран или даже только марками, которые рассказывают об исследованиях космического пространства, проводимых в нашей стране.

Одновременно наблюдается и другая тенденция — разработка отдельных разделов обширной темы «Космос», что позволяет сосредоточить внимание на изучении марок, отображающих исследования в определенных областях космонавтики.

Тема изучения планет солнечной системы и других небесных тел не нова в филателии. Но до недавнего времени марки рассказывали об исследованиях небесных объектов только пассивными, астрономическими методами. И лишь после 12 февраля 1961 г., когда в Советском Союзе была запущена автоматическая межпланетная станция (АМС) в сторону Венеры, стали появляться марки, рассказывающие об изучении небесных тел посредством космических аппаратов.

Первая такая марка была издана Коре́йской Народно-Демократической Респу́бликой 21 февраля 1961 г. 6 марта 1961 г. в Чехословакии выпущена серия под названием «Исследование Вселенной», одна из марок посвящена полету АМС «Венера-1». В апреле вышла марка авиапочты «Земля—Венера» в Болгарии, а затем серия из четырех марок и почтовый блок — в Венгрии.

Следует отметить, что марки Венгрии особо интересны как прекрасные произведения миниатюрной художественной графики,

наиболее образно отразившие основные этапы полета АМС. Очень оригинальна четвертая марка серии. На ней загадочная планета изображена в виде прекрасной Венеры, встречающей первого посланца далекой Земли.

В апреле 1965 г. Министерство связи СССР выпустило серию из двух крупноформатных марок под названием «Исследование космоса. Полет советской автоматической межпланетной станции к планете Венера». Они выполнены по рисункам художника И. Левина. На одной из них изображена АМС на фоне орбит Земли и Венеры и траектория ее движения. В последующие годы почтовые ведомства некоторых стран возвращаются к этому событию. В ГДР в 1962 г. был выпущен блок из восьми марок, посвященных пятилетию космической эры. В этой серии был отмечен запуск станции «Венера-1». Одна из марок очень красочной серии «Результаты исследования космоса» (Венгрия, 1963 г.) тоже посвящена этому полету. В том же году была издана в Венгрии большая космическая серия в ознаменование работы конференции министров связи социалистических стран. На трех марках серии воспроизведены рисунки марок группы «Земля — Венера», выпущенных в СССР, Венгрии и КНДР. Всего полету АМС «Венера-1» посвящено около 30 марок и блоков.

Другой вехой на пути изучения планет солнечной системы явилась посылка космического аппарата в направлении Марса. Это впервые было осуществлено 1 ноября 1962 г. в Советском Союзе запуском АМС «Марс-1». Марки, рассказывающие об этом полете, выпущены в Болгарии, Венгрии, Польше, Монголии и других странах (более 20 марок).

В нашей стране вскоре были выпущены две марки. Одна в виде надпечатки «1962 Земля — Марс. 1.XI», сделанной на марке из серии «Слава покорителям космоса», на которой изображена известная скульптура Г. Постникова «В Космос». Другая — одна из интереснейших советских марок, изображающая момент отделения АМС «Марс-1» от тяжелого ИСЗ. Марка выполнена по рисунку художника Н. Круглова. Это самая крупноформатная советская марка: площадь ее живописного поля 23,87 см².

Две другие марки выпущены ко Дню космонавтики 1964 г. На них изображена АМС «Марс-1», а цифры «106 млн. км» означают рекордную дальность двусторонней космической радиосвязи, достигнутой при полете этого аппарата.

Из зарубежных марок, отображающих события, связанные с полетом АМС «Марс-1», отметим интересную серию из двух марок Болгарии, изданных 5 марта 1963 г., марку Венгрии, появившуюся 8 января 1964 г. в составе большой космической серии, марку и блок Польши. Последний — симбиоз четырех марок, посвященных разным событиям: полету советской АМС «Марс-1» и американской станции «Маринер-2» в сторону Венеры. Этот блок номерной и выпущен малым тиражом (12 000 экз.), поэтому он сразу же превратился в филателистическую редкость. Наибольшее число марок, посвященных полету АМС «Марс-1», выпущено в Демократической Республике Вьетнам (серия «АМС Марс-1» из четырех зубцовых и четырех беззубцовых марок).

27 августа 1962 г. был запущен «Маринер-2» в сторону Венеры. Этому полету посвящена большая серия марок и блок, изданных 17 декабря 1962 г. в Парагвае. 25 ноября 1963 г. появилась марка в Польше, а в 1964 г. вышла марка в Либерии.

Полет «Маринера-4», передавшего недавно на Землю фотоснимки планеты Марс, нашел пока отображение на марках двух стран: на одной из чехословацких марок серии «Международный год спокойного Солнца» и в серии из шести марок и блока, выпущенных в Йемене.

Удачно дополняют этот раздел филателии марки, рассказывающие об отдаленном будущем космонавтики. Они в значительной степени опережают события, но сюжеты их не так уж несбыточны.

В. А. ОРЛОВ





УНИКАЛЬНЫЙ РАДИОТЕЛЕСКОП

В ионосферной обсерватории Аресибо (Пуэрто-Рико) находится уникальный радиотелескоп с 300-метровым сферическим зеркалом. Это сетчатое зеркало неподвижно покоится в кратере потухшего вулкана. Однако в пределах конуса с углом $\pm 20^\circ$ направление принимаемого и передаваемого сигнала может быть изменено, так как приемно-передающая аппаратура находится на подвижной платформе, подвешенной на стальных тросах в фокусе главного зеркала телескопа (рис. 1). Вычисление расчетного положения антенны, скорости ее движения, рабочих частот и обработка данных измерений автоматизировано и выполняется с помощью электронно-вычислительных машин. Телескоп предназначен для радиолокации земной ионосферы, Луны, планет и измерения распределения радионизлучения дискретных источников.

Один из интересных результатов, полученных с этим радиотелескопом, — радиолокационные изображения отдельных лунных кратеров (рис. 2).

ОЧЕНЬ ХОЛОДНЫЕ ЗВЕЗДЫ

Необычные звезды, настолько холодные, что большая часть их излучения приходится на далекую инфракрасную область спектра, были открыты при обзоре неба Д. Нойтебауэром, Д. Е. Мартцем и Р. В. Лейтоном на обсерватории Маунт Вилсон.

Обзор неба осуществлялся в двух интервалах длин волн 0,68—0,92 мк и 2,01—2,41 мк на 62-дюймовом телескопе. Зеркало телескопа синусоидально колебалось, передвигая фокальное изображение по системе детекторов. Разрешение зеркала — две минуты дуги.

Во время первых наблюдений главным образом в области созвездий Возничего и Тельца в

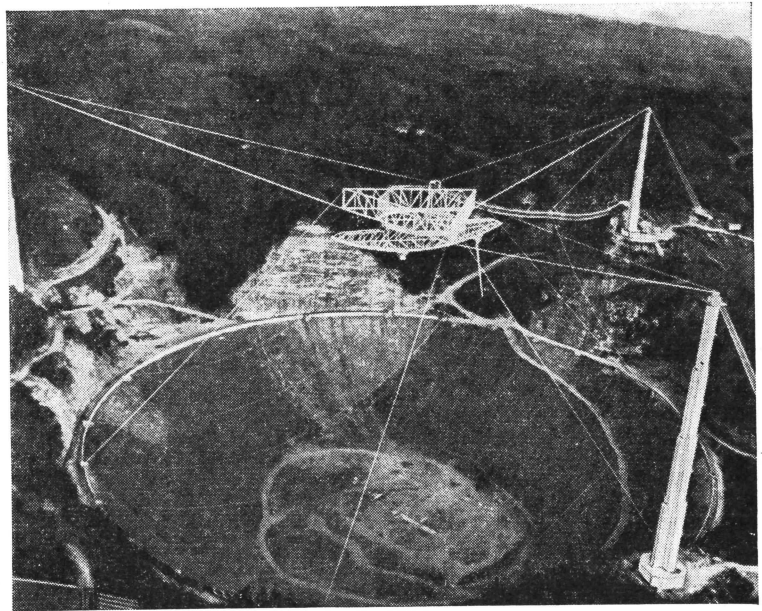


Рис. 1. Гигантский радиотелескоп Ионосферной обсерватории Аресибо (Пуэрто-Рико)

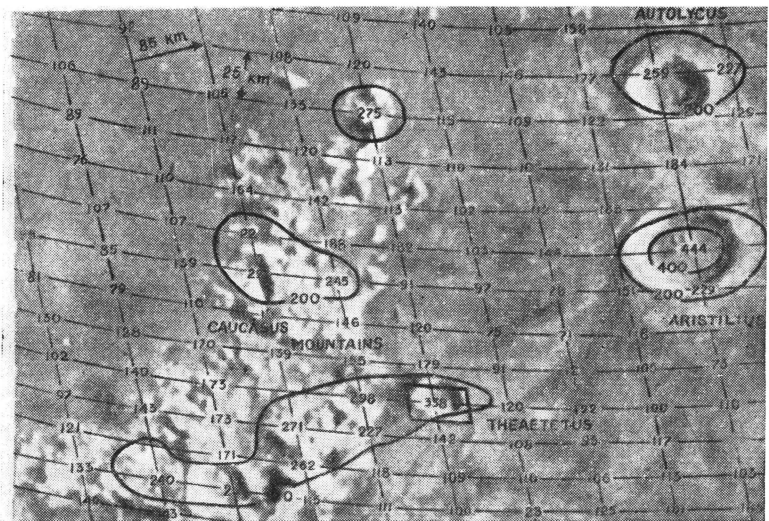


Рис. 2. Радиолокационные изображения отдельных кратеров Луны, полученные с помощью радиотелескопа Ионосферной обсерватории Аресибо

Млечном Пути было обнаружено около 10 необычно красных объектов. Их яркость в интервале 2,01—2,41 m на 7,5 звездных величин превосходила яркость в интервале 0,68—0,92 m .

Наблюдатели отметили, что такие звезды встречаются почти близ плоскости Галактики и оценили их поверхностную температуру. Она оказалась очень низкой, примерно 1000° К.

Наиболее холодные из этих аномальных звезд находятся в созвездии Тельца: $\alpha = 3^h 51^m, 5$; $\delta = 11^\circ 18'$ и Лебеда: $\alpha = 20^h 45^m, 2$; $\delta = 39^\circ 59'$ (координаты 1965 г.).

На 5-метровом телескопе Маунт Паломар был получен инфракрасный спектр звезды в Тельце. В нем обнаружены полосы оксидов титана и ванадия. Но спектр звезды так и не был классифицирован.

«Sky and Telescope», 30, 4, 1965.

Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга и отделение геофизики Физического факультета МГУ собирают материалы по истории астрономии и геофизики в Московском университете за последние 50 лет. Эти материалы нужны для составления альбомов по истории различных отделов института и астрономических и геофизических кафедр университета и для публикации наиболее интересных документов в изданиях МГУ.

В связи с этим Институт и отделение геофизики обращаются ко всем бывшим воспитанникам МГУ и сотрудникам астрономических и геофизических научных учреждений с просьбой предоста-

вить для перефотографирования фотоматериалы, документы и т. д., связанные с историей астрономии и геофизики в Москве, а также личные воспоминания, которые могут быть включены в указанные издания.

Материалы направлять по адресу: Москва, В-234, Университетский проспект, 13, Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга.

Москва, В-234, Физический факультет МГУ, отделение геофизики.

Член-корреспондент АН СССР

В. А. МАГНИЦКИЙ,

доцент П. Г. КУЛИКОВСКИЙ

(Начало на стр. 87)

Итак, атмосфера Марса оказалась гораздо менее плотной, чем считалось до сих пор. Некоторые американские исследователи, исходя из числа кратеров и степени их разрушения, полагают, что такой атмосфера была по крайней мере последние 2 млрд., а то и 5 млрд. лет. Другие считают, что этот вывод преждевременен, ибо неизвестна скорость кратерообразования на планете. Марс расположен близ пояса астероидов и, по-видимому, он бомбардируется метеоритами более интенсивно, чем Луна. Поэтому образование наблюдаемого рельефа могло произойти за более короткое время, т. е. за период, в который некогда более мощная атмосфера Марса уменьшилась до нынешнего состояния.

«Маринер-4» дал первые наблюдательные сведения об ионосфере Марса. Главный максимум ионизации в ней, похожий на слой Е земной ионосферы, расположен на высоте 120—125 км, причем днем плотность электронов в нем такая же, как в земном слое Е ночью (около 10^5 электронов/см³). Интересно, что при выходе «Маринера-4» из-за диска Марса, с ночной его стороны, влияние ионосферы на распространение радиосигналов не

было замечено, т. е. ионизация в марсианской атмосфере ночью гораздо меньше (по крайней мере в 20 раз). Температура в области «марсианского Е-слоя» примерно 200° К. Кроме главного максимума ионизации намечается меньший максимум примерно на высоте 95 км и, возможно, третий, на больших высотах.

Важные выводы были получены и относительно магнитного поля Марса. Если бы у Марса было магнитное поле, то при выбранной траектории полета «Маринера-4» чувствительный бортовой магнитометр зарегистрировал бы мощные магнитные возмущения. Однако поле вблизи планеты практически не отличалось от межпланетного. Этот же вывод подтверждается отсутствием вокруг Марса радиационных поясов. Лишь через 20 минут после максимального сближения с Марсом, когда «Маринер-4» находился от него на расстоянии около 15 000 км, и магнитометр, и некоторые детекторы частиц отметили начало длительного возмущения. Но характер этого возмущения был совершенно не похож на тот, который должно было вызвать магнитное поле Марса и в точности совпадал с характером возмущений, вызванных вспышками на Солнце. Такие возмущения «Маринер-4» отмечал

неоднократно на всем пути от Земли к Марсу.

Измерения «Маринера-4» позволили оценить момент магнитного диполя Марса, который составляет не более 10^{-3} — 10^{-4} земного. Это значит, что напряженность поля у поверхности на магнитном экваторе не превышает 100 гамм (10^{-3} гаусс). Космические лучи, не отклоняясь магнитным полем, свободно достигают поверхности планеты. Так как атмосфера Марса очень разрежена, то это в основном высокоэнергичные первичные лучи, и основная часть их ядерных взаимодействий происходит внутри твердого тела планеты. Отсутствие ощутимого магнитного поля свидетельствует о том, что у Марса нет жидкого конвективного ядра значительных размеров. Это хорошо согласуется с расчетами, выполненными в СССР Б. Ю. Левиным и С. В. Маевой, термической истории и современного внутреннего строения планеты, и означает, что недра Марса уже давно достигли спокойного состояния.

«Маринер-4» не обнаружил признаков жизни на Марсе, но такая задача перед ним и не ставилась.

По мере дальнейшей обработки данных «Маринера-4» вероятно удастся дополнить и уточнить полученные результаты.

ОТ СУБЪЕКТИВНОГО ПРОГНОЗА К ПРЕДВЫЧИСЛЕНИЮ ПОГОДЫ*

«Машина предсказывает погоду» — так названа научно-популярная книга, написанная доктором физико-математических наук Л. С. Гандиным, сотрудником Главной геофизической обсерватории. Книга посвящена проблеме использования быстродействующих электронно-вычислительных машин (ЭВМ) для расчетов будущего состояния атмосферы.

Перед автором стояла трудная задача — рассказать неподготовленному читателю обо всем многообразии тех теоретических и практических вопросов, которые составляют содержание науки, именуемой динамической метеорологией. Следует отдать должное автору — он справился с этой задачей. В книге нет математических формул. Читателю не надо вникать в связи математических символов, а можно сосредоточить все внимание на уяснении главных вопросов темы. Книга написана в форме рассказа с непосредственными обращениями к читателю, что облегчает контакт автора с читателем.

Почему такая книга появилась только теперь? Это совсем не праздный вопрос. Ведь лет десять назад написать подобную работу было невозможно. Почему? Это можно узнать, прочитав рецензируемую книгу.

Бурное развитие физики и математики в 20-х годах нашего столетия дало возможность говорить

о прогнозе погоды как о задаче математической физики. Лишь в 50-х годах, с созданием ЭВМ и развитием методов вычислительной математики возникли условия для ее практического решения. Но задача эта пока столь сложна и многообразна, что даже при самых экономных методах вычислений для ее решения нужны наиболее мощные ЭВМ. Динамическая метеорология уже достигла определенного уровня зрелости, имеет прочный фундамент и перспективные направления дальнейших научных поисков, но нуждается в постоянном внимании, в притоке талантливой научной молодежи.

Появление первой и пока единственной у нас популярной книги, посвященной этой интересной научной проблеме, — хороший подарок читателям.

Конечно, не все в книге безупречно. Ведь это первый опыт популяризации очень трудной специальной проблемы. Кроме того, за время написания и издания книги накопились новые интересные факты.

Автор пишет, что в столь сжатом изложении он не мог более подробно рассмотреть работу всех исследовательских центров в нашей стране, занимающихся динамической метеорологией. Поэтому в книге в основном содержатся сведения об исследованиях ученых Москвы и Ленинграда. Между тем в Вычислительном центре Сибирского отделения Академии наук СССР образован коллектив молодых ученых, которые под руководством члена-корреспондента АН СССР Г. И. Марчука уже развернули широкой

фронт научных работ по проблеме прогноза погоды. Для координации научных исследований создан проблемный Научный совет «Прогноз погоды и физика атмосферных процессов».

Эти и ряд других мероприятий создают прочный фундамент, на котором будет развиваться динамическая метеорология. Ее достижения постепенно войдут в нашу повседневную жизнь, так как в перспективе — разумное управление погодными факторами. А это уже власть над силами природы, и немалая, если учесть огромные энергетические мощности погодных процессов.



* Л. С. Гандин. «Машина предсказывает погоду». Гидрометеорологическое издательство. Ленинград, 1965, стр. 170, ц. 24 коп.

С. В. НЕМЧИНОВ,
кандидат
физико-математических наук

ОДНА ИЗ ЗАГАДОК ТУНГУССКОГО МЕТЕОРИТА

Под термином «Тунгусский метеорит» в историю науки вошло уникальное природное явление, отнюдь не исчерпывающееся падением на Землю какого-то метеоритного тела. При этом падении замечено много разнообразных геофизических феноменов: сейсмическая и барическая волны, аномально яркие сумерки и снижение прозрачности атмосферы, возмущение геомагнитного поля, насыщение метеоритной пылью района, прилегающего к месту падения, и другие, не говоря уже о последствиях грандиозного взрыва в эпицентре катастрофы. И если об исследованиях в Тунгусской тайге многие читали и слышали, то о странных оптических атмосферных явлениях, совпавших с падением, известно гораздо меньше.

В конце 20-х гг., в период первых экспедиций под руководством Л. А. Кулика, все внимание было поглощено полевыми исследованиями. И только после 1958 г., когда возобновились прерванные войной исследования, удалось собрать наблюдательный материал о световых явлениях и оценить его научное значение. Оказалось, что светлая ночь 30 июня 1908 г. имела характер сенсационного природного феномена, причины которого обсуждались едва ли не во всех научных изданиях того времени. Потом наблюдения 1908 г. были основательно забыты,

потому, по-видимому, что в то время их не смогли связать с катастрофой в далекой Сибири. И в наши дни этот наблюдательный материал пришлось открывать, по существу, заново.

Коллектив авторов книги «Ночные светящиеся облака и оптические аномалии, связанные с падением Тунгусского метеорита»*, в составе Н. В. Васильева, В. К. Журавлева, А. Ф. Ковалевского, Г. Ф. Плеханова и Р. К. Журавлевой взял на себя большой и кропотливый труд — систематизировать рассеянные по десяткам старых изданий материалы. Этот коллектив — часть комплексной самостоятельной экспедиции, которая организовалась в 1959 г. в Томске, а затем послужила основой при создании Сибирской комиссии по метеоритам и космической пыли. Комплексная самостоятельная экспедиция наряду с теоретической работой проводит ежегодные исследования в районе падения Тунгусского метеорита. В них участвуют добровольцы-любители из разных городов Советского Союза.

Книга содержит в основном фактический материал. Интерпре-

* Ночные светящиеся облака и оптические аномалии, связанные с падением Тунгусского метеорита. Изд. «Наука», 1965, стр. 110, ц. 42 к.



тация наблюдательных данных занимает в ней меньше места. Не со всеми выводами авторов можно согласиться. Они, например, не отделяют оптические явления, связанные с необычно ярким свечением ночного неба и проникновением пылевого вещества в высокие слои атмосферы, от тех, которые зависят от взрыва Тунгусского тела на небольшой высоте (около 10 км) над землей. Однако, несмотря на эту односторонность, интересующиеся проблемой Тунгусского метеорита могут по книге ознакомиться с наиболее интересным аспектом проблемы. Специалисты же геофизики получат обильную пищу для размышлений о природе этого далеко еще не до конца объясненного явления.

Книги 1966 г.

Издательство «Наука» готовит к выпуску в свет в 1966 г. ряд книг, освещающих проблемы астрономии, геофизики, космических исследований. Среди них:

Т. А. АГЕКЯН. Звезды, галактики, Метагалактика. Главная редакция физико-математической литературы, 20 л., 86 коп. Впервые в отечественной литературе в популярной форме дается обзор звездных систем — галактик. Читатель получит представление о методах исследования удаленных небесных объектов, о строении галактик (о звездах и туманностях в них). Книга хорошо иллюстрирована и оформлена, написана живо и увлекательно, доступна широкому кругу читателей.

И. И. ГУРОВСКИЙ, М. Д. ЕМЕЛЬЯНОВ, Б. Б. ЕГОРОВ. Невесомость — друг и враг космонавта. Научно-популярная серия, 5 л., 15 коп. В книге изложены интересные сведения из истории космонавтики в СССР и США в связи с новейшими достижениями космической биологии и медицины. В популярной форме излагаются понятия гравитационного поля Земли, Луны, Венеры и Марса, представлены элементарные схемы конструкций, с помощью которых делается попытка уменьшить силу тяжести на Земле.

А. И. ЕРЕМЕЕВА. Вселенная Гершеля (Космологические и космогонические идеи и открытия.) Книга рассказывает о мало изученных и забытых сторонах деятельности английского астронома В. Гершеля (1738—1822) — его идеях и открытиях в области наблюдательной космогонии.

К. ШАРЛЬЕ. Небесная механика. Перевод с немецкого под редакцией Б. М. Щиголева. Главная редакция физико-математической литературы, 50 л., 3 р. 80 коп. Классический курс небесной механики с подробным изложением метода Делоне. Рассчитан на астрономов, а также лиц, интересующихся проблемами движения искусственных небесных тел.

И. С. ШКЛОВСКИЙ. Сверхновые звезды и связанные с ними проблемы. Главная редакция физико-математической литературы, 25 л., 1 р. 78 коп. Это первая в мировой научной литературе монография, посвященная сверхновым звездам. Она будет полезна для астрономов, физиков, студентов, аспирантов.

В МАГАЗИНАХ «АКАДЕМКНИГА» И КНИГОТОРГОВ ИМЕЮТСЯ В ПРОДАЖЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»

В. В. БЕЛОУСОВ. Земля, ее строение и развитие. (Научно-популярная серия). 1963. 150 стр. 23 коп.

Г. Б. БОГАТОВ. Телевидение на Земле и в космосе. (Научно-популярная серия). 1961. 208 стр. 35 коп.

Н. А. ДОБРОТИН. Космические лучи. (Научно-популярная серия). 1963. 128 стр. 19 коп.

Космос. (Научно-популярная серия). Вып. 1. 1963. 96 стр. 15 коп. Вып. 2. 1965. 112 стр. 18 коп.

Сборники статей видных ученых о новых исследованиях космического пространства.

К. А. КУЛИКОВ. Движение полюсов Земли. Изд. 2-е. (Научно-популярная серия). 1962. 87 стр. 13 коп.

Е. П. ЛЕВИТАН. Природа солнечных пятен. (Научно-популярная серия). 1964. 127 стр. 21 коп.

К. А. ЛЮБАРСКИЙ. Очерки по астробиологии. (Научно-популярная серия). 1962. 120 стр. 46 коп.

Любительское телескопостроение. Вып. I. (Научно-популярная серия). 1964. 110 стр. 45 коп.

С. В. ОРЛОВ. О природе комет. (Научно-популярная серия). 1960. 191 стр. 28 коп.

К. Э. ЦИОЛКОВСКИЙ. Жизнь в межзвездной среде. (Научно-популярная серия). 1964. 84 стр. 15 коп.

Книги можно выписать по почте. Заказы направлять по адресу: Москва, Б. Черкасский пер., 2/10, магазин «Книга — почтой» Центральной конторы «Академкнига» или в ближайший магазин «Академкнига».

АДРЕСА МАГАЗИНОВ «АКАДЕМКНИГА»:

Москва, ул. Горького, 8 (магазин № 1); Москва, ул. Вавилова, 55/5 (магазин № 2); Ленинград, Д-120, Литейный проспект, 57; Свердловск, ул. Белинского, 71-в; Новосибирск, Красный проспект, 51; Киев, ул. Ленина, 42; Харьков, Уфимский пер., 4/6; Алма-Ата, ул. Фурманова, 139; Ташкент, ул. Карла Маркса, 29; Ташкент, ул. Шота Руставели, 43; Баку, ул. Джапаридзе, 13; Уфа, 55, проспект Октября, 129.

ОТВЕЧАЕМ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ

Возможна ли связь с внеземными цивилизациями в оптическом или более коротком диапазоне? Могут ли высокоразвитые цивилизации так овладеть механизмом излучения звезды, что превратят ее в гигантский управляемый лазер? Возможно, подобными звездами являются звезды RR Лиры?

Ф. М. Лопатенко (г. Тукумс)

Возможности связи между цивилизациями с использованием лазеров широко обсуждались в научной и научно-популярной литературе. Анализ этого вопроса посвящена целая глава в книге И. С. Шкловского «Вселенная, жизнь, разум». (См. также сборник «Межзвездная связь», перевод с английского, изд-во «Мир», 1965 г.).

Высказывая мысль о том, что высокоразвитые цивилизации могут превратить свою звезду «в гигантский управляемый лазер», тов. Лопатенко опасается, что эта идея будет признана «дикой и нелепой». Эти опасения кажутся неосновательными. Конечно, превращение звезды в гигантский управляемый лазер фантастично в том смысле, что мы пока ничего подобного в природе не наблюдаем. Но допустить такую возможность было бы вполне законным, так как она не противоречит ни одному из известных законов физики. Во всяком случае, она не кажется более фантастической, чем известная идея Н. С. Кардаша о переработке оптического излучения звезды или даже целой галактики в радиосигналы.

Большинство ученых считает, что для связи между цивилизациями

диапазон сантиметровых и дециметровых радиоволн наиболее выгодный, оптимальный. На самом деле этот вывод основывается на том, что в диапазоне 10^9 — 10^{11} гц находится абсолютный минимум шумов, что имеет решающее значение для проблемы связи*.

Если не ставится задача о передаче информации, а только о посылке позывных или сигналов для привлечения внимания, то с этой целью наряду с радиодиапазоном, в принципе, можно использовать и оптический диапазон спектра.

Что касается предложения Ф. М. Лопатенко — тщательно исследовать переменные типа RR Лиры, то можно заметить, что они исследуются достаточно интенсивно независимо от гипотезы

* См. статью Л. М. Гиндилиса «О возможности связи с внеземными цивилизациями». «Земля и Вселенная», № 1, 1965 г. (Ред.).

о сигналах других цивилизаций, так как эти звезды представляют собой очень интересную группу переменных звезд.

Л. М. ГИНДИЛИС,
кандидат
физико-математических наук

Почему в июле жарче, чем в июне, хотя продолжительность дня в июне максимальная и Солнце стоит выше над горизонтом, чем в июле. Почему зимой в январе холоднее, чем в декабре, хотя дни в декабре короче и высота Солнца над горизонтом ниже, чем в январе?

Н. К. Винниченко (г. Ташкент)

Это явление давно известно метеорологам и климатологам и объясняется особенностями нагревания и охлаждения атмосферы и поверхности Земли.

В течение июня значительная часть солнечного тепла тратится на нагревание воды и почвы. (Вода нагревается медленнее, чем почва.) В связи с этим максимальная температура почти повсюду наступает в июле, когда завершается прогрев поверхностного слоя почвы, а не в июне. На берегах же океанов, морей и глубоких озер (Ладожское, Байкал) — еще позже, в августе. Запоздывает наиболее теплое время и в высокогорных зонах, где ав-

густ и сентябрь — лучшие месяцы альпинистского сезона. Зимой наблюдается обратное явление — в декабре, когда еще не закончилось выхолаживание почвы, и особенно толщ океанических вод, климат смягчается за счет запасов тепла, накопленных водой и почвой летом. Именно поэтому январь холоднее декабря, несмотря на то, что в декабре северное полушарие получает меньше солнечного тепла (дни короче и меньше высота Солнца), чем в январе.

Л. Н. СТРИЖЕВСКИЙ

Возможно ли создание стационарного спутника Луны?

Г. П. Мовчан (г. Лозовая)

Стационарным искусственным спутником небесного тела называется спутник, как бы неподвижно висающий над одной точкой его поверхности, движущийся по круговой экваториальной орбите в сторону вращения небесного тела и имеющий период обращения, равный времени одного оборота тела вокруг собственной оси (т. е. равный «суткам» для этого небесного тела).

Создание стационарного спутника Луны невозможно ввиду чрезвычайно медленного вращения ее вокруг собственной оси. Луна совершает один оборот

за 27,3 суток. Спутник, имеющий такой же период обращения, должен был бы двигаться по орбите, расположенной очень далеко от Луны, за границей так называемой сферы действия Луны. (Радиус этой сферы 66 000 км.) Между тем, даже внутри сферы действия Луны орбиты спутников, если они расположены вблизи границы этой сферы, крайне неустойчивы из-за возмущений, вызванных земным притяжением. Спутник на подобной орбите вряд ли завершит хотя бы один оборот вокруг Луны. А ведь такой спутник должен был бы иметь период, равный лишь 18 суткам.

Итак, невозможность запуска стационарного спутника Луны является следствием, во-первых, сравнительно малой массы Луны (из-за этого мал радиус сферы ее действия) и, во-вторых, весьма медленного вращения Луны вокруг собственной оси, что приводит к слишком большому радиусу орбиты спутника.

Заметим, что иногда слово «стационарный» употребляется в смысле «постоянно или долговременно существующий». Такой спутник Луны в принципе создать можно, но надо иметь в виду, что вследствие возмущений от земного притяжения даже очень близкие к Луне спутники с некоторых возможных орбит именно из-за этой близости упадут на поверхность Луны.

В. И. ЛЕВАНТОВСКИЙ

ОТВЕТЫ к стр. 73

1

Выгоден полет по полуэллиптической траектории. Большая полуось эллиптической траектории полета к Марсу равна $\frac{150+228}{2} = 189$ млн. км (или 12,6 а. е.). По третьему закону Кеплера найдем период обращения ракеты по этой эллиптической орбите: $(T)^2 = \frac{(1,26)^3}{1}$. Откуда $T \approx 1,4$ года

и $\frac{T}{2} \approx 0,7$ года (около 258 сут.).

Большая полуось траектории полета к Венере 129 млн. км (примерно 0,8 а. е.). Зная это,

легко вычислить, что $\frac{T}{2} \approx 0,4$ года (около 146 сут.).

2

Из теории относительности известно, что если на Земле и на звездолете будет одновременно начат, а затем закончен отсчет времени, то время, отсчитанное на Земле (t_0) и время, отсчитанное на звездолете (t_1), будут связаны соотношением

$$t_1 = t_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}},$$

где v и c соответственно скорость звездолета и скорость света. Зная это, найдем искомое время t (в годах) из уравнения

$$3 + t = 25 + t \sqrt{1 - \left(\frac{250\,000}{300\,000}\right)^2};$$

откуда $t = 49$ лет.

3

На Земле для прыжка на высоту 0,5 м требуется начальная скорость $v_1 = \sqrt{2gh} \approx 3,1$ м/сек. Скорость отрыва («вторую космическую скорость») можно вычис-

лить по формуле $v = \sqrt{\frac{2\gamma M}{R}}$, где

γ — постоянная тяготения, M — масса небесного тела, R — радиус. Для Гермеса $v = 0,60$ м/сек. Поскольку $v_1 > v$, скорость прыжка оказывается достаточной для того, чтобы навсегда улететь от Гермеса.

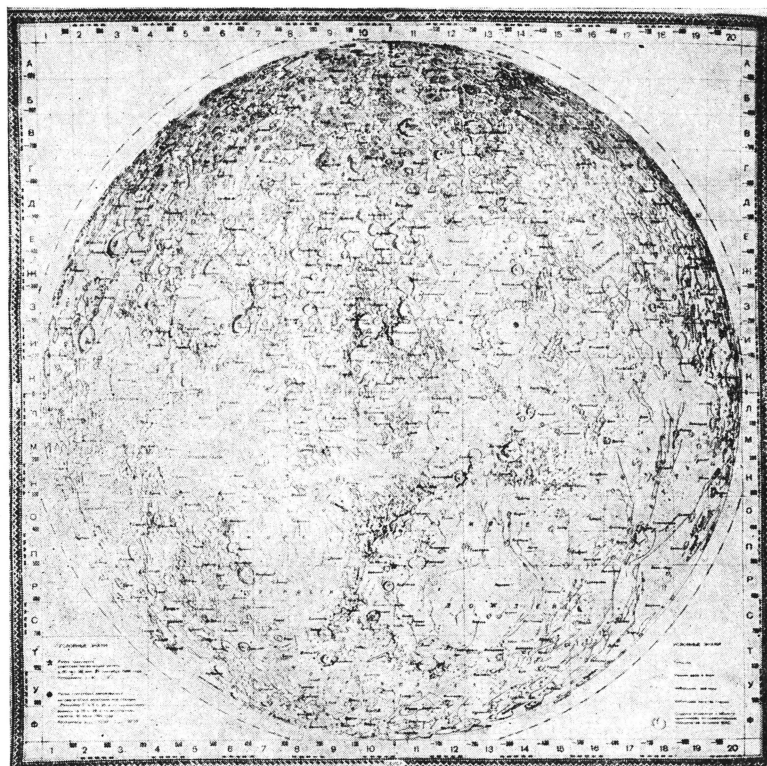
НОВАЯ КАРТА ЛУНЫ

После замечательного успеха «Луны-9», впервые сфотографировавшей поверхность нашего спутника с нее самой и передавшей круговую панораму лунного ландшафта, Луна вновь стала «героем дня». Тем с большим интересом встретят любители астрономии новую карту Луны, подготовленную к печати Всесоюзным астрономо-геодезическим обществом и выпускаемую издательством «Наука».

Карта Луны — цветная, в масштабе 1:5 000 000. На ней изображена видимая сторона Луны. Диаметр изображения Луны — 68 см. На карте нанесены все лунные «моря», «заливы», «болота», горные хребты, важнейшие пики, трещины и более 500 кольцевых гор — кратеров и цирков. Названия всех лунных деталей даны на русском языке. Специальными значками отмечены места прилунения всех советских и американских космических станций.

Автор-составитель карты инженер-картограф И. И. Катяев.

К карте приложена брошюра с пояснительным текстом, написанным кандидатом педагогических наук В. А. Шишаковым. Из этого текста читатель сможет узнать об истории изучения Луны, о ее природе, об истории лунного картографирования. Здесь он найдет подробные описания различных областей и крупнейших деталей лунного рельефа, фотоснимки видимой и обратной стороны Луны (в том числе и по-



лученные «Зондом-3»), схематическую карту обратной стороны Луны, подробные списки лунных деталей с их координатами. В конце брошюры даны краткие справочные сведения об ученых древности и средних веков, в честь которых названы некоторые лунные кратеры.

Карта Луны безусловно бу-

дет полезна преподавателям школ и вузов, студентам и учащимся, лекторам и пропагандистам, а также многочисленным любителям астрономии.

Те читатели, которые заинтересуются картой и захотят заказать ее, могут обратиться в контору «Академкнига» (Москва, Б. Черкасский пер., д. 2/10).

Научно-популярный журнал

«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»

Орган секции физико-технических и математических наук
Президиума Академии наук СССР
и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор доктор физ.-мат. наук Д. Я. МАРТЫНОВ

Зам. главного редактора доктор физ.-мат. наук И. А. ХВОСТИКОВ

Ответственный секретарь Е. П. ЛЕВИТАН

Кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, доктор техн. наук А. А. ИЗOTOV, кандидат физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ, кандидат физ.-мат. наук М. Г. КРОШКИН, доктор физ.-мат. наук Р. В. КУНИЦКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат. наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, кандидат физ.-мат. наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук К. Ф. ОГОРОДНИКОВ, доктор геол.-мин. наук Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, кандидат техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ, академик В. Г. ФЕСЕНКОВ

Художественный и технический редактор В. Ф. Ситникова

Адрес редакции: Москва, В-333, Ленинский пр., 61
Тел. АВ 7-78-14, АВ 7-67-09

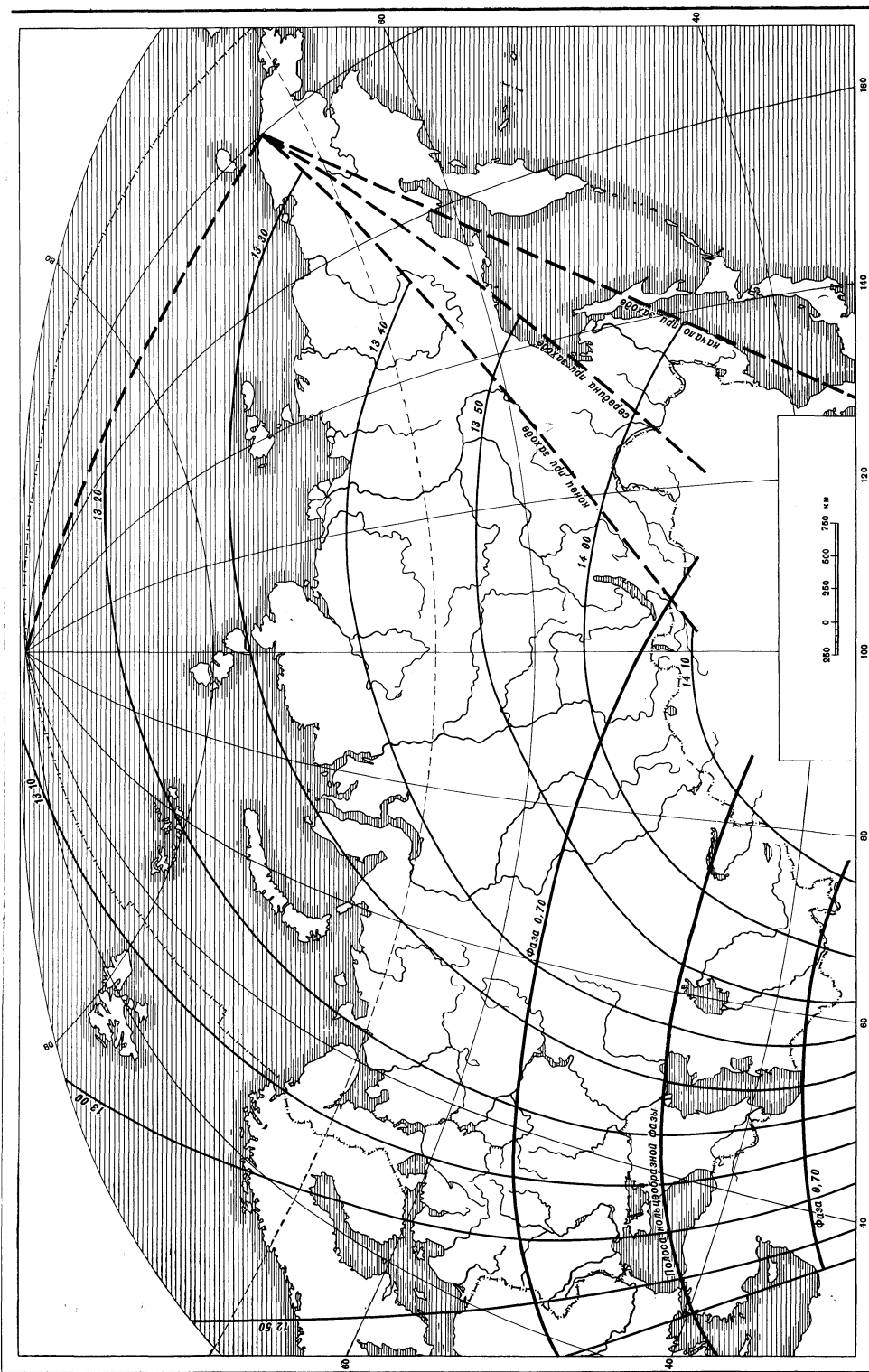
Т-03555

Подписано к печати 14/III—1966 г.

Тираж 29 000 экз.

Зак. № 3. Бум. л. 3. Формат бумаги 84 × 108¹/₁₆. Печ. л. 10,8 + 1 вклейка и 1 вкладка Уч.-изд. л. 11,2

2-я типография издательства «Наука», Москва, Г-99, Шубинский пер., 10



СОЛНЕЧНОЕ ЗАТМЕНИЕ 20 МАЯ 1966 Г.

20 мая 1966 года произойдет кольцеобразное затмение Солнца. Видимый геоцентрический радиус Луны составит $15^{\circ}33'16'' + 0''399$ [Т-12], где Т — московское время в часах, а радиус Солнца — $15^{\circ}48''24$. Условия наблюдения затмения благоприятны почти для всей территории Советского Союза.

Полоса центрального затмения пройдет через северную часть Африки, Средиземное море, Грецию и Турцию. Оно вступит на территорию Советского Союза в 11 часов 39 минут по московскому времени на Черноморском побережье Кавказа около Туапсе, пройдет рядом с Майкопом, Армавиром и Ставрополем, далее через Астрахань, чуть южнее Гурьева, затем около Челкара, Джезказгана, Бал-

хаша и через Джунгарские ворота перейдет на территорию Китайской Народной Республики. К северу и к югу от этой полосы затмение будет наблюдаться как частное, причем на Украине, в Поволжье, Закавказье, Казахстане и Средней Азии фаза превысит 0,7, а на всей остальной территории нашей страны, кроме ее северных областей, фаза не менее 0,5.

При вычислении обстоятельств этого затмения учитывался принятый радиус Луны. Действительный же радиус может оказаться чуть больше или меньше расчетного. Если видимый радиус Луны окажется немного больше, то конус лунной тени удлинится и затмение в средней части полосы может быть полным (с очень кратковременным появлением

солнечной короны). Если Луна окажется чуть меньше, чем предполагалось, то продолжительность кольцевой фазы возрастет. Все это важно установить путем наблюдений.

На карте отмечена полоса кольцеобразной фазы и области, охватываемые фазой 0,7, а также проведены изохроны середины затмения.

Наблюдать затмение в случае хорошей погоды сможет каждый. Напомним, что смотреть на Солнце нужно через темное стекло, например через плотные места фотографического негатива. Впрочем, полную фазу следует наблюдать без затемняющего приспособления.

Д. Н. ПОНОМАРЕВ

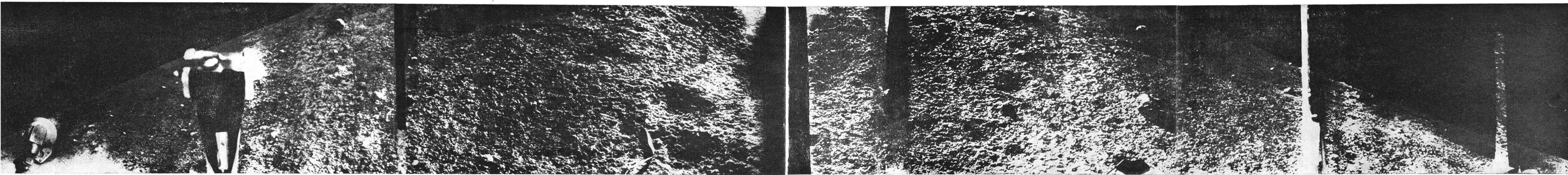


ИЗДАТЕЛЬСТВО
«НАУКА»

Индекс
70336

Цена 30 коп.

КРУГОВАЯ ПАНОРАМА, ПЕРЕДАННАЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СТАНЦИЕЙ «ЛУНА-9»



На фотографии — круговая панорама Луны, полученная с помощью телевизионной системы автоматической станции «Луна-9», при развертке изображения на 360 градусов.

В непосредственной близости от станции, то есть на переднем плане панорамы, разрешающая способность камеры достигает 1—2 миллиметров, а вблизи видимого горизонта могут быть различимы только значительно более крупные объекты. Линия горизонта очень четкая,

так как ввиду отсутствия на Луне атмосферы небо там совершенно черное.

Фототелевизионная камера просматривает панораму высотой 30 градусов. При вертикальной ориентации камеры линия горизонта была бы прямой, разделяющей снимок приблизительно пополам. В действительности ось камеры наклонена в восточном направлении. В этой стороне линия горизонта выше верхнего края панорамы и поэтому не видна (центр сним-

ка). К северу (влево от центра) и к югу линия горизонта снижается, а на западе опускается под нижний край панорамы. На нашей вклейке не воспроизведена западная часть панорамы (протяженностью около 60 градусов), где все поле зрения заполняет совершенно черное лунное небо, на фоне которого видны лишь отдельные детали конструкции станции.

Панорама получена во время вечернего сеанса связи 5 февраля. Наклон фототелевизионной камеры был при этом несколько иным, чем

4 февраля, и это можно заметить, сравнивая соответствующие участки панорамы со снимками, опубликованными ранее. Так, изображения деталей конструкции станции расположены немного иначе по отношению к лунному ландшафту.

Станция совершила посадку вблизи линии терминатора, то есть в таком месте на Луне, где недавно взошло Солнце. Во время утреннего сеанса 4 февраля высота Солнца была всего лишь 7 градусов, и на первых опубликованных

снимках все выступы отбрасывали длинные тени, равные примерно десятикратной высоте предметов.

Во время второго сеанса — к вечеру 4 февраля — высота Солнца достигла 13 градусов, и длина теней уменьшилась вдвое.

Во время съемки панорамы 5 февраля Солнце находилось уже на высоте 27 градусов, и, следовательно, тени стали вчетверо короче, чем на первых снимках.

Серия фотографий лунной поверхности, сделанных при различных высотах Солнца над горизонтом, представляет исключительную ценность для исследования структуры лунной поверхности. Это дает возможность более обстоятельно определить особенности лунной поверхности: размеры впадин, высот, форму выступов.

Поверхность Луны в районе нахождения станции очень шероховата и имеет много мел-

ких углублений и бугорков. Местами разбросаны отдельные образования типа камней. Некоторые из них, кажущиеся наиболее крупными, лежат на расстоянии нескольких метров от станции и имеют размеры 10—20 сантиметров. Размеры других образований, находящихся вдали, установить сложно, так как их величина скрадывается перспективой.

Небольшие впадины размером от десятка сантиметров до двух-трех метров видны в различных частях панорамы, например, на правом

ее конце. Легкая холмистость местности заметна по линии горизонта.

На переднем плане панорамы видны детали станции, в том числе антенны приемников и передатчиков и двухгранные зеркала, в которых отражаются участки лунной поверхности. В середине имеется черная полоса — перерыв в сеансе передачи панорамы. Внизу, несколько левее черной полосы, видна лежащая на поверхности Луны деталь станции, отбрасываемая при посадке.